

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADRIANE RIBEIRO DA SILVA

A VEGETAÇÃO RUPESTRE DOS CAMPOS GERAIS PARANAENSE

CURITIBA

2018

ADRIANE RIBEIRO DA SILVA

A VEGETAÇÃO RUPESTRE DOS CAMPOS GERAIS PARANAENSE

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Florestal na Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão

Coorientadoras: Prof^a. Dr^a. Marta Regina B. do Carmo

Prof^a. Dr^a. Anna Luiza P. Andrade

CURITIBA

2018

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Silva, Adriane Ribeiro da

A vegetação rupestre dos campos gerais paranaense / Adriane
Ribeiro da Silva. – Curitiba, 2018.
214 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Galvão

Coorientadores: Profa. Dra. Marta Regina Barrotto do Carmo

Profa. Dra. Anna Luiza Pereira Andrade

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências

Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa:
Curitiba, 16/02/2018.

Área de concentração: Conservação da Natureza.

1. Comunidades vegetais - Paraná. 2. Fenologia. 3. Ecologia
vegetal. 4. Climatologia. 5. Meteorologia florestal. 6. Teses. I. Galvão,
Franklin. II. Carmo, Marta Regina Barrotto do. III. Andrade, Anna Luiza
Pereira. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências
Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **ADRIANE RIBEIRO DA SILVA** intitulada: **A VEGETAÇÃO RUPESTRE DOS CAMPOS GERAIS PARANAENSE**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 16 de Fevereiro de 2018.

FRANKLIN GALVÃO
Presidente da Banca Examinadora

CARLOS VELLOZO RODERJAN
Avaliador Interno

ANNA LUIZA PEREIRA ANDRADE
Avaliador Externo

ROSEMERI SEGECIN MORO
Avaliador Externo

FABIANO RODRIGO DA MAIA
Avaliador Externo



Este trabalho é dedicado, com muito amor...

Ao meu pai, **Pedro** (*in memoriam*), por ter despertado em mim o amor pelas plantas,
por me ensinar desde os pequenos cuidados com um jardim, até compreender a
importância de uma árvore. Pela vida, por todo amor...

Saudades Pedroca!

Ao meu filho amado, meu anjo de luz, **Victor Hugo** (*in memoriam*),
por ter me ensinado sobre o **AMOR** incondicional que os pais sentem por seus filhos,
por ter me tornado **MÃE**,
por me ensinar todos os dias sobre as coisas que se tornam **para sempre...**

“Meu querido Vic, gratidão infinita de ser sua mãe. Você vive em meu coração, meu amor por você transborda, ultrapassa os limites do céu e da Terra... é imensurável”.

Eu te amo, INFINITAMENTE!

AGRADECIMENTOS

Uma vida inteira se passou nesses últimos quatro anos... Concluir o doutorado é o primeiro “*arco-íris*” que vejo após a partida do meu amado Victor Hugo, que participou deste trabalho, ainda em meu ventre, nas idas a campo. E o céu, que será para sempre cinza, ganhou um pouco de cor, graças à ajuda de muitas pessoas. Minha mais sincera gratidão a todos, especialmente:

Ao meu orientador, Professor Dr. Franklin Galvão, pela orientação, amizade e compreensão em todos os aspectos. Pelo acolhimento e por todas as sábias e sensíveis palavras. Agradeço imensamente por todo seu apoio e principalmente pela confiança. Tenho por você um apreço imenso;

À Professora Dr^a. Marta Regina Barrotto do Carmo, pela oportunidade que me deu, ainda na graduação, quando fui pedir uma vaga de estágio... Agradeço imensamente por sua amizade, ensinamentos, acolhimento e empatia. Por toda a ajuda, dedicação e comprometimento durante o desenvolvimento da tese. Nunca vou poder retribuir TUDO o que você fez por mim. Nunca me canso de te agradecer;

À Dr^a. Anna Luiza Pereira Andrade, por sua amizade, por todo seu apoio e carinho. Por estar sempre disposta a me ouvir. Você é uma irmã que a biologia me deu de presente. Agradecer a você, também nunca será o suficiente;

Ao Jorge Iarmul, meu braço direito no trabalho de campo, sempre disposto a ajudar, faça chuva ou faça sol. Com toda certeza não teria realizado todos os objetivos deste trabalho sem sua dedicação, competência e ajuda. Serei eternamente grata;

Ao amigo, Santiago José Elias Velazco, pela indispensável ajuda com as análises dos dados, sempre disposto a ajudar, com ótimas sugestões, um excelente amigo desde o mestrado. Nossa parceria continua... *Muchas gracias, mi amigo!*

À Divisão de Serviço da Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG, pelo apoio logístico, em especial ao “Seu Lauro” por todas as gentilezas e pelas boas conversas durante as idas a campo;

À Professora Dr^a. Rosângela Capuano Tardivo, curadora do herbário (HUPG-UEPG), por permitir o uso das instalações e por ajudar nas identificações das bromélias;

À toda a equipe do FLORECO da UEPG, pela importante ajuda no trabalho de campo e na confecção das exsicatas, especialmente as estagiárias, Talita de Lima e Ethieny Meni, vocês moram no meu coração;

Ao Instituto Ambiental do Paraná (IAP) pela permissão cedida para execução da pesquisa, e aos funcionários do Parque Estadual de Vila Velha e do Parque Estadual do Guartelá pela receptividade e presteza;

Ao programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da UFPR;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo;

Ao Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR, por disponibilizar os dados das estações meteorológicas;

Ao Geógrafo Joel Zubek pelo suporte dado no georeferenciamento das áreas;

Ao Geólogo, Professor Dr. Gilson Burigo Guimarães, pela ajuda nas identificações das feições dos campos rupestres e por sempre estar disposto a esclarecer minhas dúvidas de maneira tão gentil.

À Professora Dr^a. Jesiane Stefania da Silva Batista e suas orientadas, em especial, Fabiane Paulitsch, Milena Serenato Klepa e Ana Paolla Protachevich pela excelente companhia nas saídas de campo;

Ao meu companheiro, Hugo Alex, por me incentivar sempre! Seu apoio foi fundamental para que eu pudesse chegar ao fim deste trabalho. Não caberiam nessas folhas tudo o que eu tenho a te agradecer e dizer... Mas saiba que seus abraços com doses diárias de amor foram/são meu único remédio; “*Juntos somos mais fortes!*”

À minha família querida, minha amada mãe Joana e meus irmãos Sérgio, Célio e Francielle, por todo apoio, incentivo e por sempre estarem ao meu lado, não teria conseguido sem o amor que recebo de vocês;

À minha querida prima Andréia, que gentilmente me recebeu em sua casa, no período que eu estava cursando as disciplinas concentradas da pós. Gratidão imensa pelo acolhimento, pelas ótimas conversas durante o chimarrão no final do dia;

Aos meus sobrinhos e afilhados amados, Paulo Henrique, Antônio e Fabielle. Sempre sinto a presença do Victor Hugo quando estou com vocês... É tão maravilhoso, é tão restaurador... Obrigada por aquecerem minha alma, por sempre fazerem meu coração sorrir. AMO VOCÊS infinitamente;

Aos grupos de apoio a Perda Gestacional e Neonatal “Do Luto a Luta” e “Renascer Curitiba”, pela troca de experiências, amor e empatia. Os relatos e as conversas com outras “*mães de anjos*” fazem com que eu não me sinta tão sozinha, nessa jornada solitária, silenciosa, cheia de tabu, dor e amor, que é luto materno. Mesmo à distância foram/são extremamente importantes para que eu pudesse seguir em frente... “*Juntas vamos mais longe!*”

A todos que respeitaram meu tempo, meu silêncio, minha dor, minha história de amor com meu filho;

A todos que me abraçaram;

Ao meu filho Victor Hugo, minha melhor companhia nos trabalhos de campo, para sempre meu anjo protetor, por tudo que me ensinou e me ensina todos os dias, por todo o amor que nos une...

Este trabalho foi escrito por duas mãos e duas asas, na dor, mas com muito AMOR!

Sou muito, mais MUITO grata a todos!

“... e quando a tempestade tiver passado mal te lembrarás de ter conseguido atravessá-la, de ter conseguido sobreviver. Nem sequer terás a certeza de a tormenta ter realmente chegado ao fim. Mas uma coisa é certa. Quando saíres da tempestade já não serás a mesma pessoa. Só assim as tempestades fazem sentido.”

Haruki Murakami

RESUMO

Este estudo buscou avaliar a composição, padrão fenológico e a dinâmica da vegetação dos campos rupestres em diferentes feições, nas fraturas (FR) e nos relevos runíformes (RR), no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e Parque Estadual do Guartelá (GU), Unidades de Conservação (UCs) da região dos Campos Gerais do Paraná. O primeiro capítulo teve por objetivo caracterizar a composição florística e estrutural da vegetação rupestre dos Campos Gerais do Paraná em diferentes feições. Foi possível constatar que as espécies que caracterizam a estrutura da vegetação dos campos rupestres de diferentes feições são *Axonopus siccus*, *Periandra mediterranea*, *Calea parvifolia* e *Epidendrum secundum*; as diferentes feições dos campos rupestres influenciam nos padrões de riqueza e diversidade e os padrões de diversidade beta entre as comunidades estão sendo determinados pela substituição de espécies (Repl). O segundo capítulo, teve por objetivo caracterizar a fenologia reprodutiva das espécies fanerogâmicas de diferentes feições em campos rupestres subtropicais, em regimes climáticos distintos. Foi constatado que a maior atividade e intensidade das fenofases de floração e frutificação ocorrem predominantemente nos meses de fevereiro e março, período em que foram registradas as temperaturas médias mais elevadas, sendo esta a variável que apresenta correlação significativa positiva para as fenofases reprodutivas. No entanto, a sazonalidade das fenofases se mostrou muito baixa. As estratégias de floração predominante nas fraturas foram às subanuais e nos relevos runíformes as anuais, enquanto que, as estratégias de frutificação, foram similares em ambas as feições, prevalecendo as anuais. O modo de dispersão não muda ao longo das estações climáticas, mas apresenta distinções quanto aos picos de atividade, que ocorrem em períodos com médias de temperaturas mais elevadas. E no terceiro e último capítulo, o objetivo foi avaliar se existem variações na dinâmica e estrutura da comunidade dos campos rupestres ao longo de 12 meses, buscando também discutir se a cobertura e a riqueza das espécies possuem relação com as variáveis meteorológicas locais e quais são as espécies indicadoras de cada uma das feições e UCs. Com os resultados do estudo foi possível verificar que a estrutura da comunidade ao longo de um ano, nas diferentes feições dos campos rupestres das diferentes UCs, não apresentam variações significativas; a riqueza e a cobertura das espécies possuem correlação com a variável meteorológica de temperatura e as espécies indicadoras das FR do GU foram: *Borreria suaveolens*, *Croton serpyllifolius*, *Chamaecrista cathartica*, *Chamaecrista ramosa* var. *parvifoliola*, *Grazielia multifida*, *Miconia albicans*, *Borreria poaya*, *Tibouchina martialis*, *Chromolaena palmaris* e *Kyllinga brevifolia*; dos RR foram: *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia*, *Ocotea tristis*. No VV nas FR foram: *Calea parvifolia*, *Stevia leptophylla* e *Calibrachoa paranensis*; nos RR foram *Serpocaulon vacillans* e *Rhamnus sphaerosperma*.

Palavras-chave: Campos rupestres; Campos sulinos; Sul do Brasil; Fitossociologia; Fenologia; Sazonalidade.

ABSTRACT

This study aimed to assess the composition, phenological patterns and dynamics of the vegetation of rupestrian grasslands in different features, fractures (FR) and ruiniform reliefs (RR) in the State Park of Vila Velha (VV) and Guartelá State Park (GU), Conservation Units (UCs) of the Campos Gerais region of Paraná state, in Brazil. The first chapter had as its goal to characterize the floristic and structural composition of the rupestrian vegetation of Campos Gerais of Paraná in different features. It was possible to verify that the species that characterize the vegetation structure of the rupestrian grasslands of different features are *Axonopus siccus*, *Periandra mediterranea*, *Calea parvifolia* and *Epidendrum secundum*; the different features of the rupestrian grasslands influence the patterns of richness and diversity, and the beta diversity patterns among communities are being determined by the substitution of species (Repl). The second chapter aimed to characterize the reproductive phenology of phanerogamic species of different features in subtropical rupestrian grasslands in different climatic regimes. It was found that the highest activity and intensity of the flowering and fruiting phenomena occur predominantly in the months of February and March, when the highest average temperatures were recorded, which is the variable that presents a significant positive correlation for the reproductive phenophases. However, seasonality of phenophases proved too low. The predominant flowering strategies in the fractures were the subannual, and the for the ruiniform reliefs, the annual ones, whereas the fruiting strategies were similar in both features, with the annual ones prevailing. The mode of dispersion does not change throughout the climatic seasons, but it shows distinctions as to the peaks of activity, which occur in periods with higher temperatures. And in the third and last chapter, the objective was to check if there are variations in the dynamics and structure of the community of rupestrian grasslands during 12 months, seeking also to discuss if the coverage and richness of the species are related to the local meteorological variables, and which are the indicating species of each of the features and UCs. With the results of the study it was possible to verify that the structure of the community during a year, in the different features of the rupestrian grasslands of the different CUs, does not present significant variations; the species richness and coverage correlate with the meteorological variable of temperature and the indicating species of the fracture (FR) of the GU were: *Borreria suaveolens*, *Croton serpyllifolius*, *Chamaecrista cathartica*, *Chamaecrista ramosa* var. *parvifoliola*, *Grazielia multifida*, *Miconia albicans*, *Borreria poaya*, *Tibouchina martialis*, *Chromolaena palmaris*, and *Kyllinga brevifolia*; of RR: *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia*, *Ocotea tristis*. In VV in FR: *Calea parvifolia*, *Stevia leptophylla* and *Calibrachoa paranensis*; in RR: *Serpocaulon vacillans* and *Rhamnus sphaerosperma*.

Keywords: rupestrian grasslands; Southern grasslands; South of Brazil; Phytosociology; Phenology; Seasonality.

LISTA DE FIGURAS

INTRODUÇÃO GERAL

FIGURA 1 -	Localização do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.....	27
FIGURA 2 -	Localização do Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, Paraná.....	33
FIGURA 3 -	Feições. A- Relevos Ruiniformes no Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, Paraná. B- Relevos Ruiniformes no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. C- Fraturas no Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, Paraná. D- Fraturas no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná.....	38

CAPÍTULO 1

FIGURA 1 -	(A): Visão geral da vegetação nas fraturas sobre o Arenito Itararé no Parque Estadual de Vila Velha; (B, C): Presença de vegetação nas fraturas sobre o Arenito Furnas no Parque Estadual do Guartelá; (D, E, F): Relevos ruiniformes encontrados no Parque Estadual do Guartelá; (G, H, I): Relevos ruiniformes encontrados no Parque Estadual de Vila Velha.....	55
FIGURA 2 -	Curvas de rarefação e perfis de diversidade das espécies amostradas nas fraturas (FR) e nos relevos ruiniformes (RR) (linhas) nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV) (cores). As áreas em cinzas representam o intervalo de 95% de confiança.....	71

- FIGURA 3 - Similaridade (Sim), substituição (Repl) e diferença de riqueza de espécies (RichDif) nas áreas de campos rupestres entre feições para o Parque Estadual de Guartelá (A) e o Parque Estadual Vila Velha (B), entre as unidades de conservação para os fraturas (C) entre as unidades de conservação para os relevos runíformes (D). Os pontos em cinza representam comparação entre as unidades amostrais, os pontos vermelhos representam o valor médio para os três parâmetros..... 72
- FIGURA 4 - Frequência das formas de vida de Raunkier amostradas nas fraturas (FR) e nos relevos runíformes (RR) nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV). Ch: Caméfitos; G: Geófitos; H: Hemicriptófitos; Li: Lianas; Ph: Fanerófitos; Th: Terófitos. (A) total de espécies; (B) espécies analisadas no estudo fitossociológico..... 74
- FIGURA 5 - Diagrama de ordenação da análise de NMDS amostradas nas diferentes feições (quadrados e círculos) nos campos rupestres de duas unidades de conservação (cinza). As elipses representam o desvio padrão do grupo. GU: Parque Estadual do Guartelá; VV: Parque Estadual de Vila Velha; FR: fraturas; RR: relevos runíformes..... 75
- FIGURA 6 - Relação entre a similaridade florística e a distância geográfica nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV)..... 75

CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 - Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), no período de maio de 2015 a abril de 2017, do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (**A**) e do Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, Paraná (**B**). Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR. 107
- FIGURA 2 - Histogramas circulares com os índices de atividade, para a média das fenofases de floração (**A**) e frutificação (**B**) das espécies avaliadas no período de maio de 2015 a abril de 2017, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos ruiniformes. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia..... 117
- FIGURA 3 - Porcentagem de intensidade de floração e frutificação das espécies amostradas no Parque Estadual do Guartelá (GU) (**A** e **B**) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV) (**C** e **D**) em diferentes feições dos campos rupestres. FR: fraturas; RR: relevos ruiniformes..... 119
- FIGURA 4 - Porcentagem das estratégias de floração (**A**) e frutificação (**B**) das espécies amostradas nas diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual do Guartelá (GU) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV), na região dos Campos Gerais do Paraná. A: Anuais; SB: Subanuais; C: Contínuas; SP: Supra-anuais; DI: deficiente de dados; NO: não observado; FR: fraturas; RR: relevos ruiniformes..... 121

FIGURA 5 - Histogramas circulares das estratégias de floração (A) e frutificação (B) das espécies avaliadas no período de maio de 2015 a abril de 2017, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes; A: anual; C: Contínua; SB: Subanual. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia..... 123

FIGURA 6 - Histogramas circulares das estratégias das síndromes de dispersão das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos campos Gerais do Paraná. Ane: anemocóricas; Aut: autocóricas; Zoo: zoocóricas; FR: fraturas; RR: relevos runíformes. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia das síndromes de dispersão..... 125

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 - Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), do período de maio de 2015 a abril de 2016, do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR..... 165

FIGURA 2 - Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), do período de maio de 2015 a abril de 2016, do Parque Estadual do Guartelá, Ponta Grossa, Paraná. Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR..... 166

- FIGURA 3 - Riqueza e cobertura total das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, no período de maio de 2015 a abril de 2016, no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU). RR: Relevos runíformes; FR: fraturas. 175
- FIGURA 4 - Comportamento das espécies de maior cobertura relativa (CR) e percentual de importância (PI), no período de maio de 2015 a abril de 2016, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, do Parque Estadual do Guartelá (GU). RR: Relevos runíformes; FR: fraturas..... 176
- FIGURA 5 - Comportamento das espécies de maior cobertura relativa (CR) e percentual de importância (PI), no período de maio de 2015 a abril de 2016, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, do Parque Estadual de Vila Velha (VV). RR: Relevos runíformes; FR: fraturas..... 177

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- TABELA 1 - Relação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. FDR: feição do relevo; RR: relevo runíforme; FR: fraturas; EBR: espectro biológico de Raunkiaer; G: geófitos; L: lianas; H: hemícriptófitos; Ph: fanerófitos; Ch: caméfitos; HUPG: Número tombo no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa; COL: espécie coletada e não identificada; FC: espécie não coletada devido ausência de indivíduos reprodutivos fora da parcela; * Espécie ocorreu nas duas áreas, porém amostrada somente no estudo florístico em uma das áreas..... 58
- TABELA 2 - Relação das espécies com maior valor de importância amostradas no estudo fitossociológico em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância; FR: fraturas; RR: relevos runíformes. *Para os autores das espécies, consultar tabela 1..... 70

CAPÍTULO 2

TABELA 1 -	Lista de espécies amostradas no estudo fenológico no período de maio de 2015 a abril de 2017 em diferentes feições dos campos rupestres no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, Brasil. UC: Unidade de Conservação; F: Feição; RR: Relevos runíiformes; FR: Fraturas; SD: Síndrome de dispersão; Aut: Autocórica; Ane: Anemocórica; Zoo: Zoocórica; Desc: desconhecida; H: Hábito; Ev: Erva; Subar: Subarbusto; Arb: Arbusto; Arv: Árvore; HUPG: Número tombo no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa; COL: espécie coletada e não identificada; FC: espécie não coletada devido ausência de indivíduos reprodutivos fora da parcela.....	109
TABELA 2 -	Coeficiente de correlação de Spearman (r_s) para as variáveis meteorológicas e a fenofase de floração e frutificação das espécies amostradas nos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. UC: Unidade de Conservação; F: Feição; FL: Floração; RR: Relevo runíiformes; FR: Fraturas; T: temperatura; P: precipitação; UR: umidade relativa.....	114
TABELA 3 -	Comparações entre os ângulos dos padrões fenológicos entre Unidades de Conservação (UCs) e as diferentes feições e entre as mesmas feições e UCs, pelo teste de Wallraff, para as fenofases reprodutivas, do período de maio de 2015 a abril de 2017. VV: Parque Estadual de Vila Velha; GU: Parque Estadual do Guartelá; FR: fraturas; RR: relevos runíiformes.....	115
TABELA 4 -	Porcentagem (%) de espécies que não foram observadas reprodutivas nos campos rupestres do Parque Estadual do Guartelá (GU) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV) no período de maio de 2015 a abril de 2017. FR: fraturas; RR: Relevos runíiformes.....	120

CAPÍTULO 3











TABELA 1 -	Relação das espécies amostradas no período de maio de 2015 a abril de 2016, em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. RR: relevos runíformes; FR: fraturas.....	167
TABELA 2 -	Teste de PerMANOVA para a relação entre o comportamento da comunidade ao longo do tempo e as variáveis: Unidade Conservação, feição, tempo, e as variáveis meteorológicas (precipitação acumulada mensal e as médias mensais de temperatura, e umidade relativa).....	174
TABELA 3 -	Correlação de Spearman entre dinâmica da estrutura da vegetação, pelo período de maio de 2015 a abril de 2016, para as variáveis de riqueza e cobertura total para cada uma das UCs e feições com as variáveis meteorológicas (precipitação acumulada mensal e as médias mensais de temperatura, e umidade relativa).....	178
TABELA 4 -	Espécies indicadoras (IndVal) das diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU). Valores de A = 1 indicam que a espécie só esta presente num determinado grupo; Valores de B=1 indicam que a espécie está presente em todas as parcelas; RR: relevos runíformes; FR: fraturas.....	179

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	22
1.1	OS CAMPOS RUPESTRES DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ.....	24
2	CARACTERIZAÇÃO E CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ÁREAS DE ESTUDO.....	26
2.1	Parque Estadual de Vila Velha	26
2.1.1	Localização.....	26
2.1.2	Clima.....	27
2.1.3	Geologia.....	28
2.1.4	Solos.....	29
2.1.5	Vegetação.....	31
2.2	Parque Estadual do Guartelá	32
2.2.1	Localização.....	32
2.2.2	Clima.....	34
2.2.3	Geologia.....	34
2.2.4	Solos.....	35
2.2.5	Vegetação.....	36
2.3	DELIMITAÇÃO DOS LOCAIS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS.	36
2.3.1	Relevos runíformes.....	37
2.3.2	Fraturas.....	37
	REFERÊNCIAS.....	39
 CAPÍTULO 1		
3	A vegetação rupestre dos Campos Gerais do Paraná em diferentes feições de relevo: relações florísticas e estruturais.....	48
	Resumo.....	49
	Abstract.....	50
3.1	Introdução.....	51
3.2	Material e métodos.....	52
3.2.1	Áreas de estudo.....	52
3.2.2	Coleta e análise dos dados.....	53
3.3	Resultados.....	57

3.4	Discussão.....	76
3.5	Agradecimentos.....	80
	Referências.....	80
	Material Suplementar.....	93
	Tabela S1. Relação das espécies amostradas no estudo fitossociológico em diferentes feições do relevo em campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância; FR: fraturas RR: relevos runíformes.....	93
 CAPÍTULO 2		
4	Fenologia reprodutiva da vegetação dos campos rupestres do Sul do Brasil...	98
	Resumo.....	99
4.1	Introdução.....	101
4.2	Material e métodos.....	102
4.2.1	Área de estudo.....	102
4.2.2	Coleta e análise dos dados.....	103
4.3	Resultados.....	106
4.3.1	Variáveis meteorológicas.....	106
4.3.2	Fenologia.....	108
4.4	Discussões.....	125
4.5	Conclusões.....	130
4.6	Agradecimentos.....	130
	Referências.....	131
	Apêndices.....	141
	Apêndice S1. Resultados da estatística circular para a fenofase de floração das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.....	141

Apêndice S2. Resultados da estatística circular para a fenofase de frutificação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.....	141
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Apêndice S3. Índice de Intensidade de Fournier das espécies amostradas no período de maio de 2015 a abril de 2017, em diferentes feições dos campos rupestres na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, Brasil, no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU). UC: Unidade de Conservação; F: Feição; RR: Relevos runíformes; FR: Fratura; FEN: fenofase; FL: floração; FT: frutificação; EFL: Estratégias de floração; EFT: Estratégias de frutificação; A: Anual; SB: Subanual; C: Contínuo; SP: Supra-anual; NO: Não observado (indivíduos jovens); DI: espécie que ocorreu no interior das parcelas por período inferior a um ano e/ou afetada por herbívora. Intensidade das fenofases de FL: 0%  ; 1 - 25%  ; 26 - 50%  ; 51 - 75%  ; 76 - 100%  ; Intensidade das fenofases de FT: 0%  ; 1 - 25%  ; 26 - 50%  ; 51 - 75%  ; 76- 100%  . *Para consultar as famílias botânicas das espécies e seus autores, ver Tabela 1.....	142
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Apêndice S4. Resultados da estatística circular para as estratégias de floração das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.....	155
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Apêndice S5. Resultados da estatística circular para as estratégias de frutificação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.....	156
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Apêndice S6. Resultados da estatística circular para as estratégias de dispersão dos diásporos das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. ANE: anemocóricas; AUT: autocóricas; ZOO: zoocóricas; FR: fraturas; RR: relevos runíformes.....	157
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

CAPÍTULO 3

5	A dinâmica da estrutura da vegetação dos campos rupestres da região dos Campos Gerais do Paraná.....	158
	Resumo.....	158
	Abstract.....	159
5.1	INTRODUÇÃO.....	160
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	161
5.2.1	Área de estudo.....	161
5.2.2	Coleta e análise de dados.....	163
5.3	RESULTADOS.....	164
5.3.1	Variáveis meteorológicas.....	164
5.3.2	Dinâmica da estrutura.....	166
5.4	DISCUSSÕES.....	180
5.5	CONCLUSÕES.....	183
	REFERÊNCIAS.....	184

Apêndice 1. Relação das espécies amostradas no estudo da dinâmica da estrutura da vegetação de diferentes feições do relevo dos campos rupestres pelo período de maio de 2015 a abril de 2016, no Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. CR: cobertura relativa; PI: percentual de importância; FR: fraturas RR: relevos runíformes. * Para consultar as famílias botânicas e os autores das espécies, consultar Tabela 1. Negrito: Maiores porcentagens observadas nas cinco espécies de maior CR e PI.....	189
REFERÊNCIAS.....	195

1 INTRODUÇÃO GERAL

Formações rochosas com presença de vegetação campestre ocorrem em diferentes regiões do globo terrestre (SCARANO, 2007) e têm despertado o interesse de diversos autores na África (RUTHERFORD et al., 2006; MUCINA et al., 2006, VAN WYK; SMITH, 2001; BOON et al., 2016; DRURY et al., 2016; ODINDI et al., 2016), Austrália (RUSSELL-SMITH et al., 2002; POOT et al. 2012; MUCINA; DANIEL, 2013) Europa (LAVERGNE et al., 2004), e na América do Sul (LAMBRINOS et al., 2006; GROBER; HUBER, 2007; ANDRADE et al., 1986; MEGURO et al., 1994; GIULIETTI et al., 1997; CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2002; VITTA, 2002; PIRANI et al., 2003; CONCEIÇÃO, 2006; MOURA et al., 2007; RAPINI et al., 2008; ECHTERNACHT et al., 2011, CARMO et al., 2014; ALVES et al., 2014; SILVEIRA et al., 2016).

No Brasil, os ambientes rochosos ocorrem desde os pampas gaúchos até a Amazônia, do litoral até as mais altas montanhas no interior do país (MOURA et al., 2011). Apesar da ocorrência ampla, estudos que caracterizam a vegetação desses ambientes estão concentrados especialmente nas regiões do Brasil Central, Nordeste e Sudeste (ANDRADE et al., 1986; MEGURO et al., 1994; GIULIETTI et al., 1997; CONCEIÇÃO; GIULIETTI, 2002; PIRANI et al., 2003; CONCEIÇÃO, 2006; MOURA et al., 2007; JACOBI; CARMO, 2008; RAPINI et al., 2008; ECHTERNACHT et al., 2011), região Norte (SECCO; MESQUITA, 1983; SECCO; LOBO, 1988; BASTOS, 1991; SILVA, 1991; SILVA, 1993; SILVA et al., 1996), e ainda, raros e incipientes na região Sul (RODERJAN, 1999; FALKENBERG, 2003 MOCOCHINSKI; SCHEER, 2008; LUZ, 2011; CARMO et al., 2014), alguns restritos a determinadas famílias botânicas (TARDIVO; CERVI, 2001; RITTER; BAPTISTA, 2005; MAIA, 2013; LUZ, 2014).

Esses estudos vêm revelando que estas formações rochosas são constituídas por uma paisagem em mosaico em razão da variação geológica, geomorfológica, pedológica e climática (MOURA et al., 2011), que levam à presença de habitats distintos, determinando uma cobertura vegetal característica, com alta heterogeneidade fisionômica, expressiva riqueza de espécies, distribuição geográfica restrita e alto grau de endemismo (GIULIETTI et al., 1987; MAJOR, 1988; RIBEIRO; WALTER, 1998; OLIVEIRA FILHO; FLUMINHAN FILHO, 1999), de inestimável interesse científico e paisagístico (GIULIETTI et al., 1987).

Do mesmo modo que essas formações se caracterizam pela sua diversidade e heterogeneidade ligadas a diversos fatores, essas áreas apresentam similaridades relacionadas aos fatores microclimáticos estressantes (MUCINA, 2017), que são determinados pelo alto grau de insolação, evaporação, ventos, restrições hídricas e escassez de solos (MOURA et al., 2011), sendo que estes, em geral, tem certo grau de acidez, com altos teores de metais pesados, tais como o alumínio, e geralmente apresentando baixos níveis de nutrientes e baixa capacidade de retenção de água (NEGREIROS et al., 2014).

Devido a essa diversidade dos ambientes rochosos, essas áreas recebem diversas denominações que, apesar da classificação da vegetação não ser uma ciência exata e difícil de atingir um alto grau de consenso sobre a circunscrição de nomes, são úteis para conservação e manejo (ALVES et al., 2014). As designações mais utilizadas por pesquisadores (GIULIETTI; PIRANI, 1988; GIULIETTI et al., 1997; FIASCHI; PIRANI, 2009; ECHTERNACHT et al., 2011; MESSIAS et al., 2012) são “campo de altitude” (FERI, 1980), para formações sobre granito, e “campo rupestre” (MAGALHÃES, 1966; JOLY, 1970), referindo-se às formações sobre quartzito e arenito, sendo este último, o termo que foi adotado no presente trabalho.

Os campos de altitude ocorrem em pisos altitudinais montanos e alto-montanos sob clima tropical, subtropical ou temperado, geralmente nas serras de altitudes elevadas, nos planaltos e nos Refúgios Vegetacionais (BRASIL, 2008). A vegetação apresenta uma estrutura herbácea ou herbáceo-arbustiva, caracterizada por comunidades florísticas peculiares, e além de sua incontestável relevância biológicas, os campos de altitude cumprem funções abióticas como áreas de recarga de aquífero, regularizadoras e filtradoras da vazão em cabeceiras de surgências nos ambientes de altitude, além de serem importantes fixadores de carbono no solo (EMBRAPA, 2006).

Os campos rupestres (MAGALHÃES, 1966; JOLY, 1970) ocorrem principalmente acima de 900 m de altitude (GIULIETTI; PIRANI, 1988), em feições mais tabulares, compostas por grandes blocos rochosos desagregados, de origem pré-cambriana, que foram remodeladas por movimentos tectônicos a partir do Paleógeno, predominantemente de rochas de quartzitos e arenitos, e estão normalmente associados com a vegetação dos Biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga (GIULIETTI et al., 2000).

Devido às peculiaridades desses ambientes, as plantas se desenvolvem predominantemente onde há o acúmulo de solo, geralmente sobre as fraturas ou fendas

das rochas, com presença de areia, quando resultante da decomposição das rochas de quartzito, e acúmulo de matéria orgânica (GIULIETTI et al., 1997), propiciando, deste modo, a fixação de raízes geralmente em tênues camadas de solo, ou crescem diretamente sobre a rocha exposta (plantas rupícolas) como as bromeliáceas, *Tillandsia crocata* (E.Morren) Baker e *Vriesea friburgensis* Mez (SILVA et al., 2016), ou em ilhas de vegetação que apresentam tamanhos variados, gerando um mosaico de acordo com a declividade da rocha e a profundidade do substrato (MEIRELLES et al., 1999).

Nessas áreas, é comum a ocorrência de espécies com propriedades específicas (MOURA et al., 2011), com adaptação a estas condições climáticas e edáficas extremas (MUCINA, 2017), dominadas por plantas com grande capacidade de fixação ao substrato e tolerantes à dessecação ou resistentes ao estresse hídrico. As folhas são geralmente coriáceas, fibrosas, pubescentes e carnosas, estando reduzidas a espinhos em cactos, ou formando tanques de água em bromélias. Os estômatos ficam muitas vezes protegidos e vários grupos apresentam fisiologia especializada até um metabolismo com estratégia de fixação de CO₂ no escuro para a realização da fotossíntese, quando a transpiração é menor (RAPINI et al., 2008).

1.1 OS CAMPOS RUPESTRES DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

Os campos rupestres no Sul do Brasil têm expressiva ocorrência no estado do Paraná, nos Campos Gerais (MAACK, 1948), originalmente definida como uma região fitogeográfica natural com campos, cerrados, florestas de galerias e capões isolados de Floresta Ombrófila Mista. Situado no Segundo Planalto Paranaense, no reverso topográfico da Escarpa Devoniana, destaca-se pela extensa área de campos com alta homogeneidade fisionômica (MORO; CARMO, 2007), remanescente de épocas mais secas do Quaternário, que persistiram mesmo após a expansão das formações florestais ocorrida na metade do Holoceno (BEHLING; PILLAR, 2007; DÜMIG et al., 2008).

Na região dos Campos Gerais, é marcante a ocorrência de campos rupestres, sendo sua vegetação, predominantemente herbácea, com elementos arbustivos lenhosos, associados à Neossolos Litólicos (MORO; CARMO, 2007). Estão sob um clima predominantemente temperado úmido, com severas geadas no inverno (CRUZ, 2007), ocorrem frequentemente associados a espécies de Cerrado e, ocasionalmente, com elementos da Floresta Ombrófila Mista (MAACK, 2002), que se encontram, de certa

forma, preservados devido à topografia irregular, solos mais rasos e pobres, limitando a mecanização para a agricultura.

A geologia e a geomorfologia da região propiciam condições para o aparecimento de feições singulares, que são representadas por macro feições da paisagem (escarpas, cânions e morros testemunhos), meso e micro feições (relevos runíformes, torres e pináculos, fendas, fraturas, corredores, labirintos, bacias de dissolução, lapas) derivadas de processos erosivos atuantes sobre os arenitos (Formação Furnas e Grupo Itararé). Essas feições compõem paisagens e ecossistemas muito particulares, que abrigam espécies endêmicas, sendo que, suas ocorrências, eram desconhecidas, até pouco tempo, na região dos Campos Gerais (MELO et al., 2007).

Estudos realizados na região (CARMO, 2006; CERVI et al., 2007; MORO; CARMO, 2007; DALAZOANA et al., 2007; MORO et al., 2012; SILVA et al., 2016) incluem outras fitofisionomias e não caracterizam a vegetação rupestre em suas diferentes feições, sendo que estudos nessas áreas são raros e incipientes (LUZ, 2011; CARMO et al, 2014), evidenciando que ainda pouco se conhece sobre esta estruturação vegetacional das diferentes feições da região dos Campos Gerais.

Neste sentido, a proposta deste estudo foi avaliar a composição, estrutura, padrão fenológico e a dinâmica da estrutura da vegetação dos campos rupestres da região dos Campos Gerais do Paraná.

A tese foi organizada em três capítulos. No primeiro capítulo, intitulado “*A vegetação dos campos rupestres dos Campos Gerais do Paraná em diferentes feições: relações florísticas e estruturais*”, envolve a composição florística e estrutural da vegetação rupestre em diferentes feições, buscando discutir quais são as espécies que caracterizam essas feições e como as diferentes feições influenciam na composição e nos padrões de riqueza e diversidade.

O segundo capítulo “*Fenologia reprodutiva da vegetação dos campos rupestres do Sul do Brasil*” teve por objetivo, caracterizar a fenologia das espécies vasculares dos campos rupestres da região dos Campos Gerais em diferentes feições rupestres, buscando analisar se existe uma correlação das variáveis meteorológicas no padrão fenológico e nas estratégias de floração, frutificação e síndromes de dispersão das espécies avaliadas.

E, por fim, o terceiro capítulo intitulado, “*A dinâmica da estrutura da vegetação dos campos rupestres da região dos Campos Gerais do Paraná*” teve por objetivo avaliar variações na estrutura da comunidade dos campos rupestres ao longo de

12 meses, e discutir se a cobertura e a riqueza das espécies possuem relação com as variáveis meteorológicas locais.

2 CARACTERIZAÇÃO E CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação da região dos Campos Gerais do Paraná, no Segundo Planalto Paranaense, o Parque Estadual de Vila Velha e o Parque Estadual do Guartelá, descritos a seguir.

2.1 Parque Estadual de Vila Velha

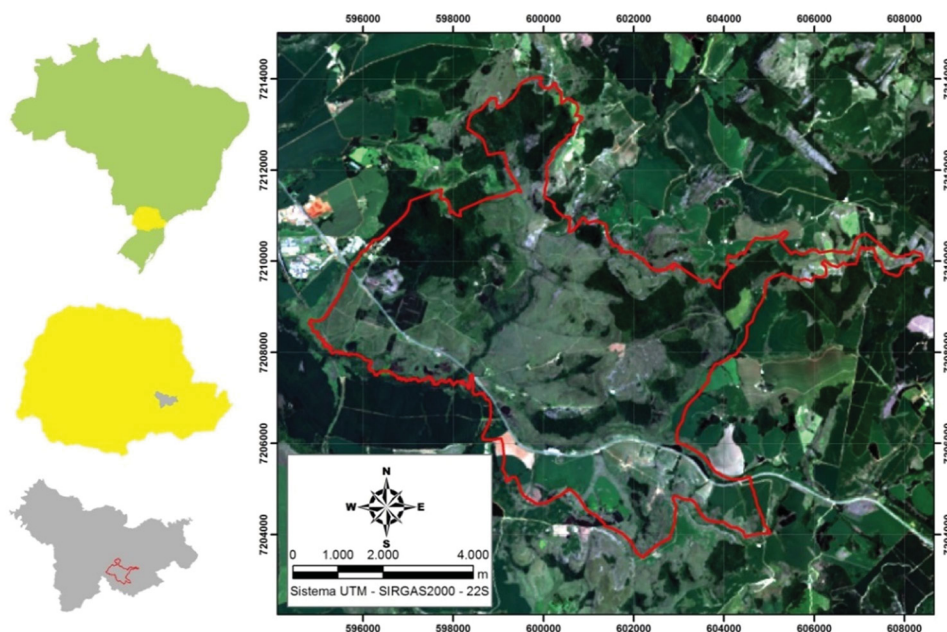
2.1.1 Localização

O Parque Estadual de Vila Velha (VV) é uma Unidade de Conservação de 3.803,3 ha, localizada no município de Ponta Grossa (25°12'34"S e 50°03'37"O), a uma altitude de 800 a 1.068 m s.n.m., a uma distância de aproximadamente 80 km da capital, Curitiba (Fig.1).

O VV apresenta expressão paisagística singular, principalmente pelas suas imponentes formações rochosas, feições geológicas ruiformes em diversos estágios de evolução, esculpidas nos arenitos pela ação das chuvas, dos organismos e do sol (MELO et al., 2007; MOREIRA; ROCHA 2007).

A importância e a beleza cênica das paisagens de VV e a necessidade da proteção do patrimônio natural, motivou a criação do Parque Estadual de Vila Velha, pelo governo do estado do Paraná através da Lei nº 1.202, em 12 de outubro de 1953, instituindo o primeiro Parque Estadual do Paraná (CAMPOS; DALCOMUNE, 2011) e, desde 2000 está enquadrado no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que tem por finalidade, contribuir para a conservação e proteção da biodiversidade.

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ.



FONTE: o autor (2018).

Com a revitalização do parque, promovida entre 2000 e 2004, ocorreu uma melhoria na recuperação da vegetação, na conservação dos arenitos e na apreciação do ambiente natural pelos visitantes (MOREIRA; ROCHA, 2007). O novo plano de manejo deu atenção primordialmente à biodiversidade, sendo que suas estratégias de conservação, como a delimitação do percurso, a implementação de trilhas calçadas e monitoradas, possibilitaram uma visível recuperação da vegetação e proteção dos arenitos (LETENSKI et al., 2011).

Com a maior superfície contínua de área de proteção integral já implantada na região, e pelo fato de estar situado em meio a paisagens intensamente cultivadas, o VV pode ser considerado como a mais importante Unidade de Conservação dos Campos Gerais (MOREIRA; ROCHA, 2007).

2.1.2 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Koeppen (1948), é do tipo Cfb, ou seja, úmido e temperado.

A localização do VV, aliada a um regime de chuvas relativamente bem distribuídas ao longo do ano, determina verões amenos, com invernos relativamente frios. Os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes do ano, com temperatura

média mensal de 21,4°C, média das máximas de 27,2°C e média das mínimas de 17,2°C. O mês mais frio do ano é julho, apresentando média mensal de 13,8°C, média das máximas de 20,2°C e média das mínimas de 9,1°C. A temperatura média anual é de 17,4°C. A amplitude térmica média é de 10 a 11°C ao longo do ano. Temperaturas mais extremas (máxima absoluta e mínima absoluta) registradas na área do Parque desde 1954 oscilaram entre 36,2°C em janeiro e -6°C em julho, evidenciando as diferenças marcantes entre as estações do ano (CARAMARI, 2004). As geadas concentram-se entre os meses de maio e agosto, tendo em média mais de 5 geadas por ano (MELO, 2006).

Em relação ao regime pluviométrico, a região apresenta um total anual médio de 1.554 mm de precipitação. O mês de janeiro é o mais chuvoso, totalizando uma média de 168 mm, e o mês de agosto é o mais seco do ano, com precipitação média de 78 mm (CARAMARI, 2004).

Embora ocorram dias longos no verão, o número de horas de insolação é relativamente pequeno, não ultrapassando 7 horas diárias em média. Isto ocorre devido à grande nebulosidade em consequência da elevada umidade do ar (CARAMARI, 2004).

2.1.3 Geologia

O Parque Estadual de Vila Velha situa-se na borda centro-leste da Bacia do Paraná, na zona de maior inflexão do Arco de Ponta Grossa, cuja elevação, causou intenso fraturamento, que permitiu o acesso do magma básico à superfície durante o Mesozóico, originando um grande enxame de diques (MELO, 2006).

As rochas que ocorrem dentro do perímetro do VV e proximidades pertencem principalmente às unidades mais antigas da Bacia do Paraná: formações Furnas e Ponta Grossa (Devoniano) e Grupo Itararé (Carbonífero- Permiano) (MELO, 2006).

A Formação Furnas constitui a unidade basal da supersequência Paraná, representada pelo grupo homônimo, que compreende ainda a Formação Ponta Grossa. Assenta discordantemente sobre rochas do embasamento cristalino ou da Formação Iapó, enquanto a passagem para as unidades sotopostas é gradacional, quando recoberta pela Formação Ponta Grossa, e discordante quando rochas do Grupo Itararé recobrem diretamente o Arenito Furnas (GUIMARÃES et al., 2007).

A Formação Ponta Grossa, unidade superior do grupo Paraná, assenta-se sobre a Formação Furnas, com a qual apresenta contato gradual, e é sobre posta por rochas do Grupo Itararé, por meio de contatos erosivos (MELO, 2006).

O Grupo Itararé, unidade basal do Supergrupo Tubarão, de idade permocarbonífera, corresponde a uma complexa associação de litotipos (*e.g.* tilitos, diamictitos, varvitos, arenitos e folhelhos), depositada sob condições flúvio-glaciais, glácio-marinhas e marinhas. O contexto glacial é também responsável por frequentes deformações das rochas desta unidade (GUIMARÃES et al., 2007).

2.1.4 Solos

O Parque Estadual de Vila Velha apresenta uma grande diversidade de ambientes em função da heterogeneidade dos compartimentos geopedológicos. Nesses compartimentos foram identificadas diferentes classes de solos, sendo elas: LATOSSOLOS VERMELHOS, LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS, CAMBISSOLOS HÚMICOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS, NEOSSOLOS LÍTÓLICOS, NEOSSOLOS FLÚVICOS, NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, GLEISSOLOS e ORGANOSSOLOS (CURCIO et al., 2004).

Os LATOSSOLOS são solos em avançado estado de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo. São em geral bem drenados, bem estruturados, porosos e profundos, com pequena diferenciação entre os horizontes. A saturação por bases no horizonte A e B é originalmente baixa, e na maior parte das vezes com elevada saturação de alumínio trocável (SÁ, 2007).

No VV, há presença das subordens LATOSSOLO VERMELHO e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO, de gênese atrelada a dois tipos de materiais parentais, folhelhos e arenitos. Ambas as classes tanto podem se apresentar com textura média ou argilosa, dependendo do tipo de rocha que derivam. O LATOSSOLO VERMELHO tem textura argilosa quando tem sua gênese atida ao folhelho Ponta Grossa e média quando proveniente do retalhamento do folhelho com arenito (CURCIO et al., 2004).

Os CAMBISSOLOS compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para o outro (EMBRAPA, 2006).

A ordem dos CAMBISSOLOS no VV está representada pelas subordens Húmicos e Háplicos ambos predominantemente apresentando textura média. Em menores proporções, em termos de área, foram identificadas texturas argilosas quando esses provêm do folhelho Ponta Grossa (CURCIO et al., 2004).

Os NEOSSOLOS compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação, que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2006).

No VV, NEOSSOLOS LITÓLICOS foram identificados com espessuras mínimas de 10 cm, normalmente próximos dos afloramentos rochosos do arenito Itararé, e dos pequenos córregos e rios que entalham o arenito Furnas. Foram detectados em áreas de elevada declividade tanto sobre litologia de arenito como de folhelho, principalmente em áreas com forte influência de alinhamentos tectônicos (falhamentos), caracterizando dessa forma a predominância de processos de morfogênese sobre os de pedogênese (CURCIO et al., 2004).

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS estão representados pelo grande grupo Órtico, ou seja, por solos não-hidromórficos e não foi identificada espessura superior a 120 cm (CURCIO et al., 2004).

Na área do parque, NEOSSOLOS FLÚVICOS foram identificados com maior expressão geográfica no rio Quebra-perna, mais especificamente, nos diques marginais e em partes mais internas da planície devido ao abandono contínuo dos leitos fluviais, típico de padrão de leito meandrante (CURCIO et al., 2004).

Os GLEISSOLOS compreendem solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro de 150 cm da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizontes A ou E, ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos ORGANOSSOLOS. Essa classe de solos encontra-se permanente ou periodicamente saturados por água. Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do ambiente redutor, virtualmente livre de oxigênio dissolvido, em razão da saturação por água durante todo o ano, ou pelo menos por um longo período, associado à demanda pela atividade biológica (EMBRAPA, 2006).

Esta ordem tem grande distribuição nas planícies do parque, ocorrendo principalmente com horizonte hístico ou húmico, em associação complexa com os ORGANOSSOLOS (CURCIO et al., 2004).

Os ORGANOSSOLOS compreendem solos pouco evoluídos, com preponderância de características devidas ao material orgânico, de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultantes da acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita, ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso. Ocorrem normalmente em áreas baixas de várzeas, depressões e locais de surgentes, sob vegetação hidrófila, quer do tipo campestre ou florestal (EMBRAPA, 2006).

Dentro do parque são evidenciadas inúmeras áreas de surgência hídrica, caracterizando uma verdadeira "área de mananciais", as quais devem ser preservadas, revelam-se ainda como a classe mais frágil de todas do parque, tendo em vista a sua íntima associação com as águas de superfície, além do seu extremo potencial aos processos erosivos, principalmente quando se encontram em superfícies com relevos ondulado e suave ondulado (CURCIO et al., 2004).

2.1.5 Vegetação

O Parque está inserido no Bioma Mata Atlântica, na região fitogeográfica denominada Estepe (IBGE, 2012). A vegetação é constituída por mosaicos de Estepe Gramíneo-Lenhosa (Campos) e Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), além de áreas de Cerrado (Savana) (VELOSO et al., 1991). O Cerrado tem seu limite austral de ocorrência no Brasil no VV e entorno, onde se encontra bastante fragmentado e isolado, com grande riqueza de espécies e biodiversidade, porém, baixa similaridade com as demais áreas de Cerrado dos Campos Gerais e com áreas core do Bioma, constituindo um possível centro de endemismo (RITTER et al., 2010; MORO, et al., 2012).

De acordo com Ritter (2008), no VV há pelo menos 175 espécies vegetais que ocorrem tipicamente em áreas de Cerrado, sendo considerada a área com maior concentração de espécies de Cerrado nos Campos Gerais.

A sazonalidade do regime hídrico do solo e seu grau de saturação, relacionados à posição que ocupam na encosta, bem como forma e declividade da rampa, a textura e espessura do solo e a forma de contato com a rocha são determinantes não somente para

a presença de algumas espécies, como também para a formação de mosaicos tipológicos (KLEIN; HATSCHBACH, 1971; CURCIO et al., 2004). De acordo com as condições edáficas do local em que se desenvolvem e resultado da sua composição florística, as formações campestres assumem suas fisionomias características como Estepe *stricto sensu* (campo seco), Estepe higrófila (campo úmido) e Refúgios vegetacionais rupestres (campo rupestre) (VELOSO et al., 1991; MORO; CARMO, 2007).

As áreas de campo seco possuem uma extensão de 185 hectares, entre 880 e 900 metros de altitude (CERVI, et al., 2007), caracterizado por uma fitofisionomia predominantemente herbácea, que podem comportar elevada diversidade florística ou apresentar dominância de gramíneas que imprimem homogeneidade ao campo.

As áreas de campo úmido constituem um vale de drenagem pertencente à margem esquerda do rio Quebra Perna, condicionado ao encharcamento constante dos solos. Compõe uma área de 65 hectares entre a estepe *stricto sensu* e pequena área de formações pioneiras de influência fluvial. Nesses campos ocorrem também formações arbustivas e arbóreas que acompanham a margem do córrego que captura estas drenagens. Trata-se da maior extensão de campo úmido dentro do Parque Estadual e de rara área úmida sob proteção legal (CERVI et al., 2007).

A única região do estado que apresenta relictos bem preservados de campos rupestres, assentada sobre as formações provenientes do arenito Itararé, é do VV. Esse complexo apresenta vegetação característica adaptada ao microclima seletivo e integra táxons endêmicos dos Campos Gerais como o cacto *Parodia carambeiensis*, *Leandra microphylla* Cogn. (REGINATO; GOLDENBERG, 2012), a bromélia *Tillandsia crocata*, e a Gesneriaceae *Sinningia canescens* (CERVI, et al., 2007) e a orquídea *Isabelia violacea*, abundante nos paredões dos arenitos do parque, que foi gradualmente exterminada do seu habitat (CARMO; MORO, 2007) e está na lista vermelha de espécies ameaçadas do Paraná (PARANÁ, 1995).

2.2 Parque Estadual do Guartelá

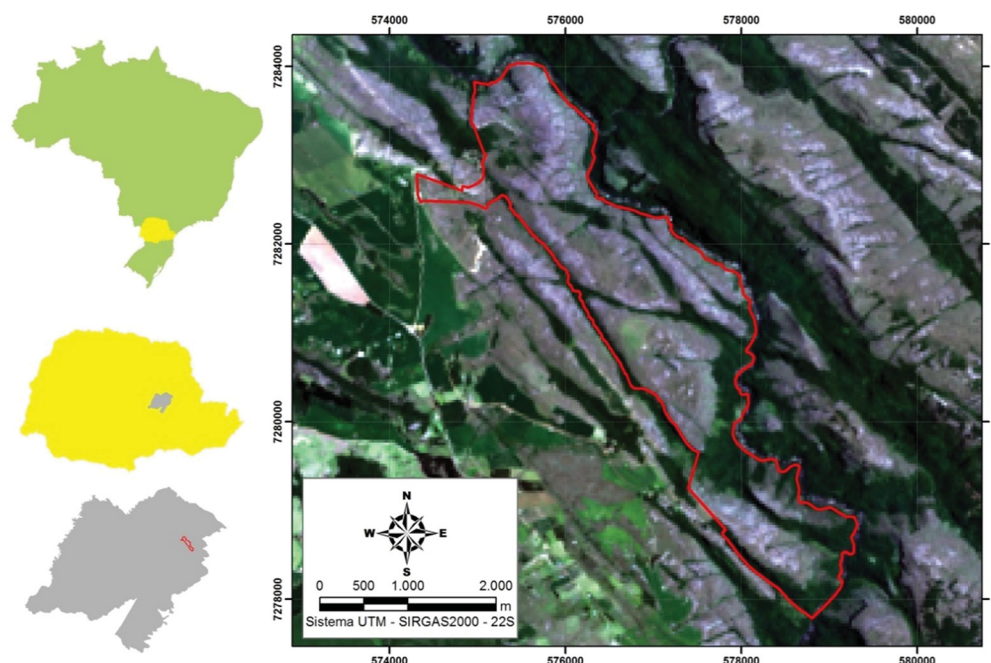
2.2.1 Localização

O Parque Estadual do Guartelá (GU) está localizado no município de Tibagi a margem esquerda do rio Iapó, inserido na Área de Preservação Ambiental (APA) da

Escarpa Devoniana ($24^{\circ}39'10''\text{S}$ e $50^{\circ}15'25''\text{W}$), totalizando uma área de 789,97 ha, em altitudes de 800 a 1200 m s.n.m., tendo como limites propriedades particulares (Fig. 2).

Local de elevado potencial cênico, com cânions, cachoeiras e a presença de patrimônio arqueológico, levou o Governo do Estado do Paraná a criar o GU, através do decreto n° 1229, de 27 de março de 1992, com o objetivo de assegurar a preservação das paisagens singulares e dos ecossistemas típicos desta região, incluindo a vegetação campestre, de Cerrado e elementos das florestas Ombrófila Mista e Estacional Semidecidual (MOREIRA; ROCHA, 2007).

FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO PARQUE ESTADUAL DO GUARTELÁ, TIBAGI, PARANÁ.



FONTE: o autor (2018).

Antes da criação oficial do GU, havia um sistema de uso e ocupação do solo na área do atual parque e imediações, voltados à produção de lavouras de subsistência, criação de gado, aves e suínos em pequena escala. O uso de queimadas nas áreas de campo era uma prática comum no preparo da terra, em virtude da necessidade de implantar novas áreas de cultivo (roças) e de pastagens para o gado (IAP, 2002).

Por suas características ambientais e geomorfológicas, esta região constitui um importante corredor para a dispersão de diversas espécies através da vegetação ciliar do rio Iapó e de uma complexa rede de vales e rios afluentes, interligando importantes

remanescentes da vegetação nativa, regional, distribuídas ao longo da Escarpa Devoniana (MOREIRA; ROCHA, 2007).

2.2.2 Clima

O clima da região em que está inserido o GU, segundo a classificação de Koeppen (1948), é do tipo Cfa representando um clima subtropical, com verão quente, com influência indireta do clima Cfb (temperado sempre úmido).

A temperatura média anual é em torno dos 20 e 21°C, onde os meses mais quentes são janeiro e fevereiro (média máxima mensal 27,5 °C) e junho e julho os mais frios (média mínima mensal 9,1 °C). A precipitação média anual encontra-se entre 1.400 e 1600 mm, a umidade relativa anual permanece entre 80 e 85%. A área do GU está na faixa com maior número de horas de insolação, que vai de 2.200 a 2.400 horas (CRUZ, 2007).

2.2.3 Geologia

O GU é constituído por sedimentos paleozoicos da Bacia Sedimentar do Paraná (MAACK, 1948), caracterizados pelo Arenito Furnas (Devoniano Inferior) (MELO, 2002). As rochas mais recentes são da Formação Serra Geral (Jurássico Superior e Cretáceo Inferior). Elas são representadas por muitos diques, predominantemente de diabásio, mas incluindo também microdiorito, quartzomicrodiorito e microdiorito (MELO, 2002).

Os diques aparecem na forma de corpos tabulares paralelos verticalizados orientados segundo NW-SE, longitudinais ao eixo do Arco de Ponta Grossa. Atingem até duas centenas de metros de espessura e mais de 20 km de extensão. Ocorrem até 20 diques numa faixa de 4 km de largura, constituindo um dos mais notáveis exemplos de enxames de diques do Brasil (MELO, 2002).

O *Cânion* do Guartelá situa-se sobre o eixo do Arco de Ponta Grossa, um arqueamento na forma de alto estrutural com eixo inclinado para NW, ativo desde o Paleozóico, palco de intensa atividade tectônica, sobretudo no Mesozóico. É o responsável por algumas das feições geológicas e geomorfológicas mais notáveis do flanco leste da Bacia do Paraná, tais como: fraturas, falhas e enxames de diques, predominantemente de diabásio, concavidade do contato dos sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná sobre o embasamento, e exposição de unidades inferiores (formações Furnas e Ponta Grossa), escalonamento do relevo em planaltos de origem erosiva no

Estado do Paraná, resultantes da conjugação do efeito do levantamento tectônico no Arco de Ponta Grossa com a erosão diferencial agindo sobre as rochas da Bacia do Paraná e embasamento proterozoico a ordoviciano (MELO, 2002).

2.2.4 Solos

As classes de solos que constam das unidades de mapeamento do GU de acordo com a classificação realizada pelo IAP (2002) são CAMBISSOLO HÁPLICO, GLEISSOLO MELÂNICO, ORGANOSSOLO HÁPLICO e NEOSSOLO LITÓLICO, cujas características e assemelham as descritas para o VV.

No GU, a classe dos CAMBISSOLOS apresenta horizonte A moderado enquadrando-se, portanto, na Subordem HÁPLICO. Devido ao clima úmido da região e por serem derivados de rochas pobres em elementos químicos, apresentam baixa saturação por bases, elevada acidez e elevados teores de alumínio, tanto que se trata de variedades alumínicas. Também devido ao material de origem, predominam as classes texturais arenosas (franco-arenosa e areia franca), muito uniformes ao longo dos perfis. Esta classe possui pequena ocorrência na área do GU, especialmente nas porções Centro-Oeste e Noroeste, no local onde havia um reflorestamento de *Pinus* spp., e próximo à entrada e sob o grande capão de floresta com araucária existente ao lado do alojamento de pesquisadores, associados à NEOSSOLOS LITÓLICOS.

Os GLEISSOLOS identificados no GU possuem um horizonte A moderado, razão pela qual se enquadra na subordem HÁPLICO e, devido ao material de origem ser pobre em elementos químicos (arenito Furnas - formado predominantemente por quartzo com cimento caulínico), apresenta baixa saturação por bases, elevada acidez e elevados teores de alumínio, sendo predominantemente álico. Também devido ao material de origem, apresentam texturas arenosas (franco-arenosa e areia franca).

A classe dos ORGANOSSOLOS encontrados no GU são fortemente ácidos e álicos, com baixa saturação por bases, apresentando material orgânico constituído de fibras facilmente identificáveis como de origem vegetal (Fíbricos), na maior parte dos horizontes ou camadas, de colorações enegrecidas, ocorrem associados aos NEOSSOLOS LITÓLICOS e aos afloramentos de rochas destacadamente nas áreas côncavas/convergentes das encostas.

A classe dos NEOSSOLOS LITÓLICOS é a mais expressiva do GU, ocorrendo em praticamente toda a extensão da UC por serem derivados de rochas areníticas, naturalmente pobres e pela intensa lixiviação, desenvolveram-se variedades álicas, com

baixíssima reserva de nutrientes (baixa CTC) e elevada acidez, denotando reduzida fertilidade natural. Predominam texturas arenosas (franco-arenosa e areia franca), também resultantes do material de origem, fato que aliado ao relevo ondulado à forte ondulado e até escarpado e à pequena espessura dos perfis, torna-os de elevadíssima susceptibilidade à erosão.

2.2.5 Vegetação

A vegetação do GU é caracterizada por um mosaico de diferentes fitofisionomias, com predomínio de formações campestres (Estepe gramíneo-lenhosa e Savana arborizada) e áreas restritas de Floresta Ombrófila Mista (VELOSO et al. 1991). As áreas de campos rupestres dominam a fisionomia do GU, compreendendo uma área de 172,8 ha (CARMO, 2006).

A fisionomia savânica (Cerrado) tem localização restrita, formando quatro pequenas manchas na parte noroeste do parque com ocorrência de elementos esparsos, ocorrendo junto às fisionomias campestres, principalmente nas encostas (CARMO, 2006).

De acordo com Carmo (2006), a floresta de galeria (Floresta Ombrófila Mista Aluvial) apresenta-se margeando o rio Iapó, sendo que apenas a esquerda pertence ao GU, onde a largura dessas formações ocorre de poucos metros até áreas que se estendem em grotas chegando próximo ao topo da escarpa. As demais formações florestais ocorrem em capões isolados de várias dimensões e extensões, ora retilíneas encaixadas em fundo de vales, ora em formas arredondadas.

No GU ocorrem faixas que acompanham pequenos riachos, fora da área de ocorrência dos capões, formando uma vegetação arbustiva e herbácea que sofrem influência destes cursos d' água com solos aluviais ou áreas rupícolas com expansão da rocha que forma o lajeado (CARMO, 2006).

2.3 DELIMITAÇÃO DOS LOCAIS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS

Os Campos Gerais apresentam feições singulares, de grande interesse científico, ambiental, econômico e educacional (MELO et al. 2007), sendo que, alguns dos fatores que favorecem o desenvolvimento destas feições são: petrografia dos arenitos da Formação Furnas, que apresentam cimentação argilosa solúvel; marcante deformação

rúptil dos arenitos; localização da região, onde o clima úmido tem predominado ao longo do tempo geológico; importantes gradientes hidráulicos favorecendo o trabalho erosivo da água subterrânea; idade das rochas e do relevo (MELO et al. 2011).

Dentre as diferentes feições que ocorrem nos arenitos da região dos Campos Gerais, para o levantamento dos dados, foram consideradas duas situações, as fraturas das rochas e os relevos ruiniformes, sendo descritos a seguir:

2.3.1 Relevos ruiniformes

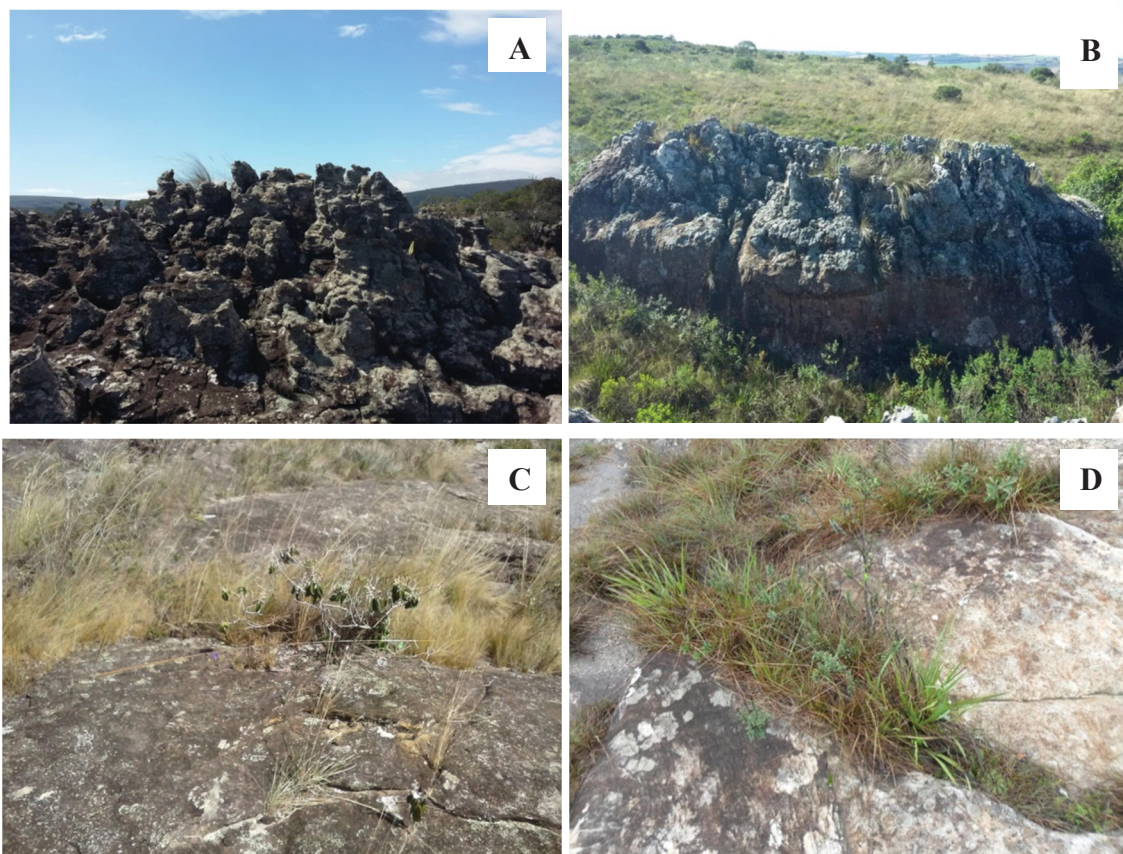
A expressão “relevos ruiniformes” foi cunhada desde a década de 1960, que ganhou projeção internacional após sua utilização na região de Roraima, no sul da Venezuela, com paisagens desfeitas, com muitos penhascos de até 1 km em ortoquartzitos proterozóicos. Na região dos Campos Gerais, está presente na Formação Furnas e em arenitos do Grupo Itararé (MELO et al. 2002, 2007).

Este relevo de exceção são esculturas singulares que variam de milímetros a dezenas de metros, origina-se do processo erosivo das águas meteóricas promovendo a dissolução da rocha, por meio de juntas, fraturas e planos de estratificação (MELO et al. 2011). Marcado por rica associação de formas, incluindo caneluras, bacias, alvéolos, túneis anastomosados, cones de dissolução, topos pontiagudos, flancos convexos, que originam esculturas naturais singulares (MELO et al. 2002). Ressalta-se o caráter diferencial da erosão quando níveis siltico-argilosos estão presentes, aumentando a complexidade morfológica destas feições (MELO et al. 2011) (Fig 3- A, B).

2.3.2 Fraturas

No senso estrito, de acordo com Fossen (2010), uma fratura é qualquer descontinuidade plana ou subplana, delgada em uma direção em comparação às outras duas e formada por esforço externo, como por exemplo, os tectônicos, ou esforço interno, sendo este, térmico ou residual. As fraturas representam descontinuidades nas propriedades mecânicas e deslocamentos físicos nos locais onde as rochas são rompidas, e a redução ou perda de coesão caracterizam a maioria das fraturas. Elas são descritas como superfícies, mas, dependendo da escala de observação, há sempre uma espessura a ser considerada. As fraturas podem ser divididas em fraturas de cisalhamento (superfícies de deslizamento) e as fraturas abertas ou de extensão (veios, juntas e fissuras), e ainda podem ser definidas como fraturas de fechamento ou de contração (Fig 3- C, D).

FIGURA 3 – FEIÇÕES. A- RELEVOS RUINIFORMES NO PARQUE ESTADUAL DO GUARTELÁ, TIBAGI, PARANÁ. B- RELEVOS RUINIFORMES NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ. C- FRATURAS NO PARQUE ESTADUAL DO GUARTELÁ, TIBAGI, PARANÁ. D- FRATURAS NO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, PONTA GROSSA, PARANÁ.



FONTE: o autor (2018).

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. J. V.; SILVA, N. G.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS, D. Circumscribing campo rupestre megadiverse Brazilian rocky montane savannas. Brazil. **Journal Biology**, v. 74, p. 355–362, 2014.
- ANDRADE, P. M.; GONTIJO, T. A.; GRANDI, T. S. M. Composição florística e aspectos estruturais de uma área de Campo Rupestre do Morro do Chapéu, Nova Lima, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p.13-21, 1986.
- BASTOS, M. N. C. A flora “rupestre” da Serra de Carajás (Gramineae): II gênero *Axonopus* P. Beauv. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Botânica**, v. 7, p. 473-483, 1991.
- BEHLING, H.; PILLAR, V. D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions Royal Society**, v. 362, p. 243-251, 2007.
- BOON, R.; COCKBURN, J.; DOUWES, E.; GOVENDER, N.; GROUND, L.; MCLEAN, C.; ROBERTS, D.; ROUGET, M.; SLOTOW, R. Managing a threatened savanna ecosystem (KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld) in an urban biodiversity hotspot: Durban, South Africa. **Bothalia**, v.46, n. 2, p. 2112, 2016.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Análise e sugestão de Emendas à Proposta de Resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise de vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária em campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica**. NOTA TÉCNICA: nº 007/SBF/2008. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/3AA1D219/ParecerMMA_CamposAltitude_270209.pdf. Acesso em: 10 abril. 2018.
- CAIAFA, N. A.; SILVA, A. F. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.
- CAMPOS, J. B.; DALCOMUNE, M. A. O Parque Estadual Vila Velha. In: BERTOL, O. T.; CARPANEZZI, J. B. C. (Org.). **Coletânea de Pesquisas: Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Curitiba: IAP, 2011, p. 15-22.
- CARAMARI, P. H. Climatologia. In: **Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. , p.136-174, 2004.

CARMO, M. R. B. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná.** 2006. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo. 2006.

CARMO, M. R. B.; LUZ, P. M.; LIMA, B. N. S. A vegetação rupestre. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S. (Orgs.). **Rio São João, Carambeí, PR: fonte de vida, cuidados devidos.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2014, p. 101-110.

CERVI, A. C.; LINSINGEN, L.V.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O. S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 69, p.1-52, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, p. 34-48, 2002.

CONCEIÇÃO, A. A. Plant ecology in ‘campos rupestres’ of the Chapada Diamantina, Bahia. In: QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. (Org.). **Towards greater knowledge of the brazilian semi-arid biodiversity.** Ministério da ciência e tecnologia, Brasília. 2006, p. 63-67.

CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 59-72.

CURCIO, G. C.; PIRES, D. R. J.; BOGNOLLA, I. A. Solos. In: **Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha.** Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2004, p.136-174.

DALAZOANA, K.; M. A. SILVA; R. S. MORO. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 577- 695. 2007.

DRURY, C. C.; RAMDHANI, S.; NAIDOO, S.; CARBUTT, C.; BOODHRAJ, R.; MBATHA, P. Alot gone but still hanging on: floristics of remnant patches of endangered KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld. **Bothalia**, v. 46, n. 2, p. a2110, 2016.

DÜMIG, A.; SCHAD, P.; RUMPEL, C.; DIGNAC, M. F.; KÖGEL-KNABNER, I. Araucaria forest expansion on grassland in the southern Brazilian highlands as revealed by ^{14}C and $\delta^{13}\text{C}$ studies. **Geoderma**, v.145, p. 158-173, 2008.

ECHTERNACHT, L.; TROVÓ, M.; OLIVEIRA, C. T.; PIRANI, J. R. Areas of endemism in the Espinhaço range in Minas Gerais, Brazil. **Flora**, v. 206, p. 782-791, 2011.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

FALKENBERG, D. **Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), Sul do Brasil.** 2003. 558 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FERRI, M. G. **Vegetação brasileira.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 47, p. 477-496, 2009.

FOSSEN, H. **Structural Geology.** Cambridge University. Press, Cambridge. 2010.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, p. 1-151, 1987.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI, P.E.; HEYER, W. R. (Org.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns.** Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1988, p. 39-69.

GIULIETTI, A. M, PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço range region: eastern Brazil, in: Centre of plants diversity: a guide and strategy for their conservation. In: DAVIS, S. D.; HERRERA-MACBRYDE, V. H. H.; VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A. C (Eds.). **World Wildlife Fund / World Conservation Union**, Cambridge, UK, 1997, p. 397-404.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; PIRANI, J. R. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Eds.). **Tópicos Atuais de Botânica.** Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos, 2000, p. 311-318.

GROBER, A.; HUBER, O. Rock outcrop habitats in the Venezuela Guayana low lands: their main vegetation types and floristic components. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 599-609, 2007.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; MELEK, P. R. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 23-32.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá.** Curitiba. 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. 2ed. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 2012.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, p. 24-32, 2008.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo e Polígono. 1970.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). **Boletim Paranaense Geociências**, v. 28-29, p. 159-188, 1971.

KOEPPEN, W. **Climatologia**. Cidade do México, Fundo de Cultura Econômica. 1948.

LAMBRINOS, J. G.; KLEIER, C. C.; RUNDEL, P. W. Plant community variation across a puna landscape in the Chilean Andes. **Revista Chilena de história natural**, v. 79, p. 233-243, 2006.

LAVERGNE, S.; THOMPSON, J. D.; GARNIER, E.; DEBUSSCHE, M. The biology and ecology of narrow endemic and widespread plants: a comparative study of trait variation in 20 congeneric pairs. **Oikos**, v. 107, p. 505-518, 2004.

LETENSKI, R.; MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; PIEKARZ, G. F. Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução In: BERTOL, O. T.; CARPANEZZI, J. B. C (Org.). **Coletânea de Pesquisas: Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Curitiba: IAP, 2011, p. 239-248.

LUZ, P. M. **Avaliação fenológica da vegetação rupestre na bacia do Rio São João, Carambeí, PR**. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

LUZ, P. M. **Biologia reprodutiva e genética de populações de *Barbacenia paranaensis* L.B.Sm. (Velloziaceae), espécie endêmica e ameaçada de extinção no Paraná**. 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, p.102-200, 1948.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MAIA, F. R. **Sistemas reprodutivos e visitantes florais em Melastomataceae dos campos rupestres no limite sul do cerrado, Tibagi, Paraná.** 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MAJOR, J. Endemism, a botanical perspective. In: MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds). **Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions.** London: Chapman & Hall. P, 1988, p. 117-146.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, p. 59-70, 1966.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, v. 26, n.1, p. 10-20, 1999.

MELO, M. S. Canyon Guartelá. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil.** Brasília: DNPM. 2002, p. 279 -288.

MELO, M. S. **Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha.** Ponta Grossa: Ed. UEPG. 2006.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G.B.; RAMOS, A.F.; PRIETRO, C.C. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG. 2007, p. 49-58.

MELO, M.S., GUIMARÃES, G.B., PONTES, H.S., MASSUQUETO, L.L., FIGURIM, I., BAGATIM, H.Q. & GIANNINI, P.C.F. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da formação furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. SBE – Campinas, SP. **Espeleo-Tema**, v. 22, n 1, p. 81-97, 2011.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; MELLO-SILVA, R. Phytophysiology and composition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista brasileira de Botânica**, v. 17, p. 149-166, 1994.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A.; KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n.1, p. 230-242, 2012.

MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: Aspectos florísticos. **Flora**, v. 38, p. 625-640, 2008.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 93-98.

MORO, R. S.; SOUZA-NOGUEIRA, M. K. F.; MILAN, E.; MIODUSKI, J.; PEREIRA, T. K.; MORO, R. F. Grassland Vegetation of Pitangui River Valley, Southern Brazil. **International Journal of Ecosystem**, v. 2, p. 161-170, 2012.

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil, métodos e estudos de casos**. Viçosa: Ed. UVF. 2011, p. 255-294.

MOURA, I. O.; GOMES-KLEIN, V. L.; FELFILI, J. M.; FERREIRA, H. D. Fitossociologia da Comunidade Lenhosa de uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, p. 83-100, 2007.

MUCINA, L.; SCOTT-SHAW, C. R.; RUTHERFORD, M. C.; CAMP, K. G. T.; MATTHEWS, W. S.; POWRIE, L. W.; HOARE, D. B. Indian Ocean coastal belt. In: MUCINA, L., RUTHERFORD, M.C. (Eds.). **The Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland**. Pretoria: South African National Biodiversity Institute, 2006, p. 568-583.

MUCINA, L.; DANIEL, G. (Eds.). **Vegetation Mapping in the Northern Kimberley, Western Australia**. Curtin University, Perth, WA. 2013.

MUCINA, L. Vegetation of Brazilian campos rupestres on siliceous substrates and their global analogues. **Flora**, p. 1-13, 2017.

NEGREIROS, D.; STRADIC, S. L.; FERNANDES, G.W.; RENNÓ, H. C. CSR analysis of plant functional type sin highly diverse tropical grasslands of harsh environments. **Plant Ecology**, v. 215, p. 379-388, 2014.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FLUMINHAN FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, v. 5, p. 51-64, 1999.

ODINDI, J.; MUTANGA, O.; ROUGET, M.; HLANGUZA, N. Mapping alien and indigenous vegetation in the KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld usingremotely sensed data. **Bothalia**, v. 46 n. 2, p. a2103, 2016.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. SEMA/GTZ, Curitiba. 1995.

PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A. M. Flora de Grão- Mogol, Minas Gerais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21, p. 1-24, 2003.

POOT, P.; HOPPER, S. D.; DIGGELEN, J. M. H. 2012. Exploring rock fissures: does a specialized root morphology explain endemism on granite outcrops? **Annals of Botany**, v. 110, p. 291-300.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: SILVA, L. M. C (Ed). **Megadiversidade**, v. 4, 2008, p.16-24.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Taxonomic notes on *Leandra* (Melastomataceae, Miconieae). **Hoehnea**, v. 39, n.2, p.201-206, 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**, EMBRAPA, Planaltina, 1998, p.89-166.

RITTER, M. R.; BAPTISTA, L. R. M. Levantamento florístico da família Asteraceae na "Casa de Pedra" e áreas adjacentes, Bagé, Rio Grande do Sul. **Iheringia: Série Botânica**, v.60, n.1, p.5-10, 2005.

RITTER, L. M. O. **Composição florística e aspectos físicos do Cerrado nos Campos Gerais, Paraná**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

RITTER, L. M. O.; RIBEIRO, M. C.; MORO, R. S. Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil - limite austral do bioma. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 379-414, 2010.

RODERJAN, C. V. **Caracterização da vegetação dos Refúgios Vegetacionais Altomontanos (campos de altitude) nas serras dos órgãos e do Capivari no Estado do Paraná**. Curitiba: [s.n.], 1999. Relatório Técnico do CNPq.

RUSSELL-SMITH, J.; RYAN, P. G.; CHEAL, D. Fire regimes and the conservation of sandstone heath in monsoonal northern Australia: frequency interval, patchiness. **Biological Conservation**, v. 104, p. 91-106, 2002.

RUTHERFORD, M. C.; MUCINA, L.; LÖTTER, M. C.; BREDEKAMP, G. J.; SMIT, J. H. L.; SCOTT-SHAW, C. R.; HOARE, D. B.; GOODMAN, P. S.; BEZUIDENHOUT, H.; SCOTT, L.; ELLIS, F.; POWRIE, L. W.; SIEBERT, F.; MOSTERT, T. H.; HENNING, B. J.; VENTER, C. E.; CAMP, K. G.T.; SIEBERT, S. J.; MATTHEWS, W. S.; BURROWS, J. E.; DOBSON, L.; VAN ROOYEN, N.; SCHMIDT, E.; WINTER, P. J. D.; DU PREEZ, P. J.; WARD, R. A.; WILLIAMSON, S.; HURTER, P. J. H. Savanna biome. In: MUCINA, L.; RUTHERFORD, M. C. (Eds.).

The Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland. Pretoria: South African National Biodiversity Institute, 2006, p. 438-539.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 73-83.

SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 561-568, 2007.

SECCO, R. S.; MESQUITA, A. L. Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte. I. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Botânica**, v. 59, p. 1-13. 1983.

SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Considerações taxonômicas e ecológicas sobre a flora dos campos rupestres da serra dos Carajás. **Boletim Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza**, v. 23, p. 30-44, 1988.

SILVA, M. F. F. Análise Florística da Vegetação que Cresce sobre Canga Hematítica em Carajás-PA (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Especial**, v. 7, n. 1, p. 79-108, 1991.

SILVA, A. S. L. A flora “rupestre” de Carajás – Fabaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 9, n. p. 3-30, 1993.

SILVA, M. F. F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 26, n.1/2, p. 17-44, 1996.

SILVA, P. A. H.; PASSOS, E. A Paisagem de Vila Velha, seu significado para a Teoria dos Refúgios Florestais e a evolução do Domínio Morfoclimático dos Planaltos das Araucárias. **RAE GA**, n. 19, p. 155-164, 2010.

SILVA, A. R.; ANDRADE, A. L. P.; VELAZCO, S. E.; GALVÃO, F.; CARMO, M. R. B. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 325-347, 2016.

SILVEIRA, F.; A. O.; NEGREIROS, D.; BARBOSA, N. P. U.; BUISSON, E.; CARMO, F. F.; CARSTENSEN, D. W.; CONCEIÇÃO, A. A.; CORNELISSEN, T. G.; ECHTERNACHT, L.; FERNANDES, G.W.; GARCIA, Q. S.; GUERRA, T. J.; JACOBI, C. M.; LEMOS-FILHO, J. P.; LE STRADIC, S.; MORELLATO, L. P. C.; NEVES, F. S.; OLIVEIRA, R. S.; SCHAEFER, C. E.; VIANA, P. L.; LAMBERS, H. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: aneglected conservation priority. **Plant Soil**, v. 403, p. 129-152, 2016.

TARDIVO, R. C.; CERVI, A. C. 2001. Bromeliads of the State Park of Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. **Selbyana**, v. 22, n. 1, p. 68-74, 2001.

VAN WYK, A. E.; SMITH, G. F. **Regions of Floristic Endemism in Southern Africa: A Review with Emphasis on Succulents**. Umdaus Press, Pretoria. 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991.

VITTA, F. A. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINÁRI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T (Eds.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Imprensa Universitária, Recife. 2002, p. 90-94.

CAPÍTULO 1ⁱ

3 A vegetação dos campos rupestres dos Campos Gerais do Paraná em diferentes feições: relações florísticas e estruturais

Adriane Ribeiro da Silva¹, Santiago José Elías Velazco¹, Jorge Iarmul², Anna Luiza Pereira Andrade¹, Marta Regina Barrotto do Carmo³ & Franklin Galvão¹

¹Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Av. Pref. Lothário Meissner, 900, Jardim Botânico, Campus III, 80210-170 Curitiba, Paraná, Brasil.

²Pós-graduação em Biologia Evolutiva, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4.748, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

³Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4.748, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

⁴Autor para correspondência: adrianeribeiro@ufpr.br

Título abreviado: **A vegetação dos campos rupestres dos Campos Gerais do Paraná**

ⁱ Este capítulo segue as normas da Rodriguésia: Revista do Jardim botânico do Rio de Janeiro, disponível em: <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/>. No entanto, para facilitar à leitura e a análise dos resultados, as figuras e tabelas foram inseridas no corpo do texto, mesmo que a norma da revista indicasse que fossem inseridas ao final.

Resumo

(A vegetação dos campos rupestres dos Campos Gerais do Paraná em diferentes feições: relações florísticas e estruturais). Este estudo teve por objetivo caracterizar a composição florística e estrutural da vegetação rupestre de duas Unidades de Conservação (UCs) da região dos Campos Gerais do Paraná, buscando responder as seguintes questões: (i) Quais são as espécies que caracterizam a estrutura da vegetação dos campos rupestres de diferentes feições? (ii) As diferentes feições dos campos rupestres influenciam nos padrões de riqueza e diversidade? (iii) Quais dos componentes da diversidade beta estão determinando os padrões de dissimilaridade entre as comunidades em diferentes feições? O levantamento dos dados foi realizado em duas feições: Fraturas e Relevos runíformes. Com o estudo foi possível constatar que: (i) são *Axonopus siccus* e *Periandra mediterrânea*, *Calea parvifolia* e *Epidendrum secundum*; (ii) A riqueza e diversidade de espécies são estatisticamente distintas entre as feições e UCs; (iii) Os padrões de diversidade beta entre as comunidades estão sendo determinados pela substituição de espécies (Repl).

Palavras-chave: Campos rupestres, Campos sulinos, Sul do Brasil, Fraturas nas rochas, Relevos runíformes.

Abstract

(The grassland rupestrian of the Campos Gerais of Paraná in different features: floristic and structural relations). This study aimed to characterize the floristic and structural composition of the rupestrian vegetation of two Conservation Units (UCs) in the Campos Gerais region of Paraná, seeking to answer the following questions: (i) What are the species that characterize the vegetation structure of the *campos rupestres* of different features? (ii) Do the different features of the *campos rupestres* influence the patterns of wealth and diversity? (iii) Which of the components of beta diversity are determining patterns of dissimilarity between communities in different features? The data were collected in two main features: Fractures and Ruiniform Reliefs. With the study it was possible to verify that: (i) they are *Axonopus siccus* and *Periandra mediterranea*, *Calea parvifolia* and *Epidendrum secundum*; (ii) The richness and diversity of species are statistically different between the features and UCs; (iii) Beta diversity patterns among communities are being determined by species substitution (Repl).

Keywords: Rupestrian grasslands, Southern grasslands, Southern Brazil, Fractures in the rocks, Ruiniform reliefs.

3.1 Introdução

As formações rochosas com presença de vegetação campestre ocorrem em diferentes biomas terrestres (Mares 1997; Scarano 2007) e recebem diversas denominações, tais como, campos de altitude e campos rupestres, sendo consideradas distintas, devido à diversidade geológica, composição taxonômica, biogeografia e contexto fitogeográfico (Caifara & Silva 2005; Vasconcelos 2011).

No entanto, estas áreas, tanto em regiões tropicais (Giulietti *et al.* 1997; Porembski *et al.* 1998; Porembski 2007; Negreiros *et al.* 2014; Mota *et al.* 2017), como temperadas (Porembski & Barthlott 2000; Lavergne *et al.* 2004; Poot *et al.* 2012), apresentam similaridade nos fatores microclimáticos estressantes (Mucina 2017), determinados pelo alto grau de insolação, evaporação, ventos, restrições hídricas e escassez de solos (Moura *et al.* 2011), sendo que estes, em geral, têm certo grau de acidez, com elevados teores de alumínio e baixos níveis de nutrientes e capacidade de retenção de água (Negreiros *et al.* 2014).

No Brasil, os campos rupestres ocorrem desde a Amazônia até o extremo Sul (região dos pampas) (Prance 1996; Moura *et al.* 2011), em altitudes superiores a 900 metros (Giulietti & Pirani 1988), sobre grandes extensões de afloramentos rochosos de relevo ondulado e montanhoso, que podem assumir formas de grandes blocos de rochas e escarpas (Romero 2002) de origem geológica Pré-cambriana (Giulietti *et al.* 1997; Porembski *et al.* 1998; Guimarães *et al.* 2007; Melo *et al.* 2007).

Apesar da ampla distribuição destes ambientes no país, estudos que caracterizam esta vegetação estão concentrados na Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais, Chapada Diamantina na Bahia e em suas disjunções na Chapada dos Veadeiros e na Serra dos Pirineus em Goiás, revelando expressiva riqueza de espécies e alto grau de endemismo (Andrade *et al.* 1986; Meguro *et al.* 1994; Giulietti *et al.* 1997; Conceição & Giulietti 2002; Vitta 2002; Pirani *et al.* 2003; Conceição 2006; Moura *et al.* 2007; Rapini *et al.* 2008; Echternacht *et al.* 2011). Na região Sul do país, embora, com ocorrência de imponentes formações rochosas, em locais consagrados como importantes polos turísticos (Melo 2002; Melo *et al.* 2002; Melo 2006; Letenski *et al.* 2009), ainda pouco se sabe sobre a características destes ambientes (Tardivo & Cervi 2001; Carmo *et al.* 2014; Silva *et al.* 2016).

Os campos rupestres no Sul do Brasil têm expressiva ocorrência em uma região denominada Campos Gerais (Maack 1948), localizada no estado do Paraná, caracterizada por um clima temperado úmido, com ocorrência de geadas severas (Cruz

2007). A vegetação predominantemente é herbácea, com elementos arbustivos lenhosos, associados a espécies de Cerrado e, ocasionalmente, a elementos da Floresta Ombrófila Mista (Maack 2002).

A geologia e a geomorfologia da região propiciam condições para o aparecimento de feições singulares, que são representadas por macro feições da paisagem (escarpas, cânion e morros testemunhos), meso e micro feições derivadas de processos erosivos atuantes sobre os arenitos (Formação Furnas e Grupo Itararé) (Melo *et al.* 2007). Essas feições compõem paisagens e ecossistemas muito particulares, que abrigam espécies endêmicas, de que não se suspeitava, até pouco tempo, existirem nos Campos Gerais (Melo *et al.* 2007). Estudos realizados na região (Carmo 2006; Cervi *et al.* 2007; Moro & Carmo 2007, Dalazoana *et al.* 2007, Moro *et al.* 2012; Silva *et al.* 2016) não caracterizam a vegetação rupestre em suas diferentes feições, e pesquisas nessas áreas são raras e ainda incipientes (Carmo *et al.* 2014).

Neste sentido, este estudo teve por objetivo caracterizar a composição florística e estrutural da vegetação rupestre de duas Unidades de Conservação da região dos Campos Gerais do Paraná buscando responder as seguintes questões: (i) Quais são as espécies que caracterizam a estrutura da vegetação dos campos rupestres de diferentes feições? (ii) As diferentes feições dos campos rupestres influenciam nos padrões de riqueza e diversidade? (iii) Quais dos componentes da diversidade beta estão determinando os padrões de dissimilaridade entre as comunidades em diferentes feições?

3.2 Material e métodos

3.2.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação (UCs) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, o Parque Estadual de Vila Velha (VV) e o Parque Estadual do Guartelá (GU).

O VV compreende 3.803 ha, localizado no município de Ponta Grossa (25°12'34" S e 50°03'37" W) a uma altitude de 800 a 1.068 m s.n.m. É consagrado como um importante polo turístico e científico no âmbito nacional e internacional conhecido principalmente pelas suas imponentes formações rochosas, esculpidas nos arenitos pela ação das chuvas, dos organismos e do sol (Melo 2006). As rochas pertencem principalmente às unidades mais antigas da Bacia do Paraná, formações Furnas e Ponta Grossa (Devoniano) e Grupo Itararé (Carbonífero - Permiano) (Melo 2006). O clima é

do tipo Cfb (Koeppen 1948), representando um clima úmido e temperado, com precipitação média anual de 1.554 mm (Caramari 2004). Os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes do ano (média mensal 21,4°C), enquanto julho é o mais frio (média mensal 13,8°C). As geadas concentram-se entre maio e agosto, tendo, em média, mais de cinco geadas por ano (Caramari 2004). O VV é uma das maiores unidades de conservação do estado, com relictos de vegetação campestre, abrangendo também áreas de Floresta Ombrófila Mista na forma de capões e ao longo dos cursos d'água (Maack 2002). As áreas de vegetação rupestre do parque são os relictos mais preservados do estado, com 72 ha, em altitudes de 1000 a 1015 m s.n.m, sobre as formações do arenito Itararé (Melo 2006). Esse complexo apresenta vegetação característica adaptada ao microclima seletivo e integra táxons endêmicos dos Campos Gerais (Cervi *et al.* 2007).

O GU está localizado no município de Tibagi (24°39'10"S e 50°15'25"W), totalizando uma área de 789,97 ha, em altitudes de 800 a 1200 m s.n.m. Local de elevado potencial cênico, com cânion, cachoeiras e a presença de patrimônio arqueológico (Moreira & Rocha 2007). É constituído por sedimentos paleozoicos da Bacia Sedimentar do Paraná (Maack 1948), caracterizados pelo Arenito Furnas (Devoniano Inferior) (Melo 2002). As rochas mais recentes são da Formação Serra Geral (Jurássico Superior e Cretáceo Inferior), representadas por muitos diques de diabásio (Melo 2002). O clima da região é do tipo Cfa representando um clima subtropical, com verão quente, sob influência indireta do clima Cfb. A precipitação média anual encontra-se entre 1.400 e 1600 mm. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro (média mensal 27,5 °C) e junho e julho os mais frios (média mensal 9,1 °C) (Cruz 2007). A vegetação do GU é caracterizada por um mosaico de diferentes fitofisionomias com predomínio de formações campestres (Estepe gramíneo-lenhosa e Savana arborizada) e áreas restritas de Floresta Ombrófila Mista (Veloso *et al.* 1991). Os campos rupestres dominam a fisionomia do GU, compreendendo uma área de 172,8 ha (Carmo 2006).

3.2.2 Coleta e análise dos dados

O levantamento dos dados foi realizado em duas feições dos campos rupestres sendo elas: a) Fraturas (FR) é qualquer descontinuidade plana ou subplana, delgada em uma direção em comparação às outras duas e formadas por esforço externo, como por exemplo, os tectônicos, ou esforço interno, sendo este, térmico ou residual. As fraturas

representam descontinuidades nas propriedades mecânicas e deslocamentos físicos nos locais onde as rochas são rompidas, e a redução ou perda de coesão caracterizam a maioria das fraturas (Fossen 2010) (Fig. 1A-B-C); b) Relevos ruiformes (RR), que são esculturas singulares que variam de milímetros a dezenas de metros. Este relevo de exceção origina-se do processo erosivo das águas meteóricas promovendo a dissolução da rocha, por meio de juntas, fraturas e planos de estratificação. Formam-se inicialmente sulcos e caneluras, posteriormente lapiás e finalmente torres, pináculos, fendas e labirintos, apresentando um relevo de aspecto desfeito (Melo *et al.* 2002; Melo 2006; Melo *et al.* 2011) (Fig.1D-E-F-G-H-I).

Para o estudo fitossociológico foram alocadas, em cada UCs, 30 parcelas permanentes de 1×1 m nas fraturas e nos relevos ruiformes, dispostas duas a duas, com distância mínima de 10 metros entre cada parcela, totalizando uma amostragem de 120 m².

Foi estimada a cobertura das espécies, onde foi atribuído um grau para cada espécie dentro de cada unidade amostral, segundo a escala de Daubenmire (1968): 1 (0–5%), 2 (5–25%), 3 (25–50%), 4 (50–75%), 5 (75–95%), 6 (95–100%).

Todas as espécies vasculares que ocorrem no interior das parcelas foram demarcadas com plaquetas numeradas. Os descritores quantitativos avaliados foram: presença (Pi), frequência relativa (FR), cobertura relativa (CR) e valor de importância (VI). Com o objetivo de conhecer a composição florística de cada feição, foram acrescentadas coletas aleatórias de espécies vasculares em estágio reprodutivo, mensalmente pelo período de dois anos, através de caminhadas de até 50 metros próximos as parcelas.

As espécies foram classificadas quanto às formas de vida de acordo com o sistema de Raunkiaer (1934), adaptado por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), e através das observações de campo e consultas bibliográficas, e foram agrupadas em classes de hábito: fanerófitas, caméfitas, geófitas, hemicriptófitas, lianas, terófitas e epífitas. As frequências das formas de vida foram analisadas pela lista de espécies e pela lista do estudo fitossociológico, onde foram considerados os parâmetros de cobertura, frequência e valor de importância para cada classe de hábito.

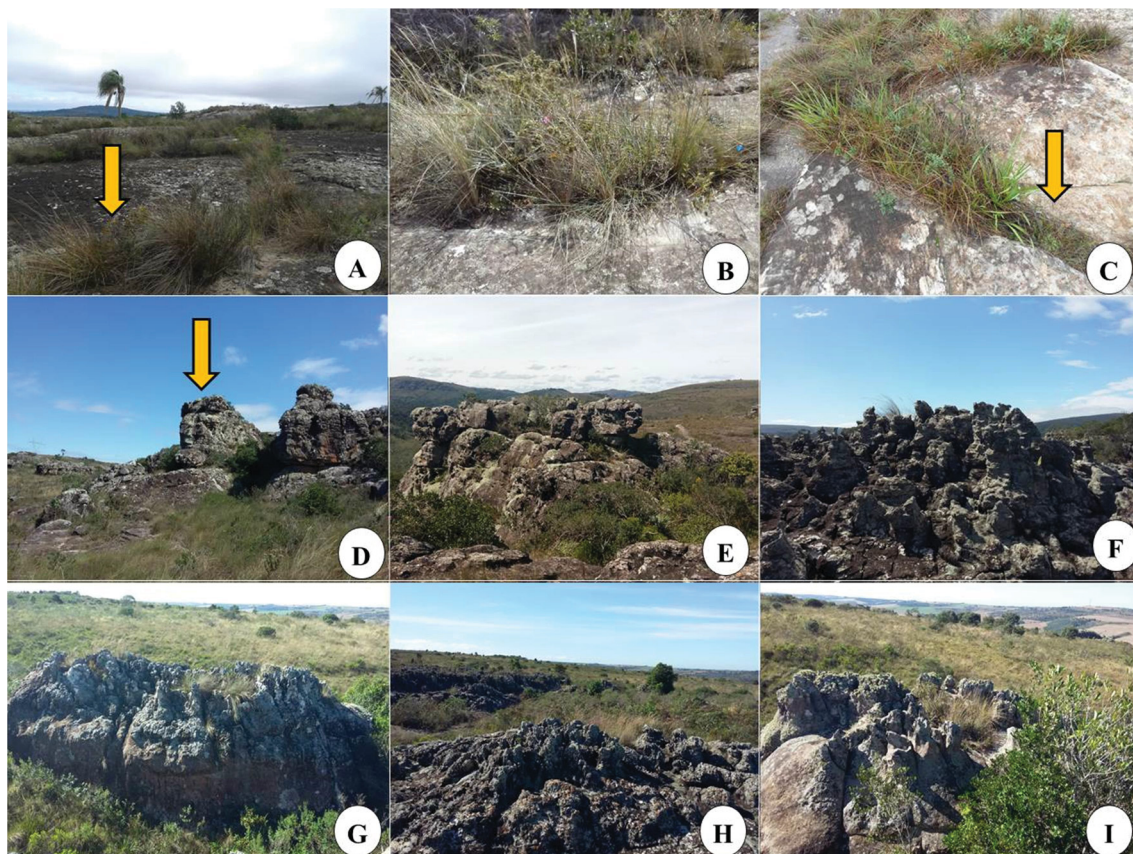


Figura 1. (A): Visão geral da vegetação nas fraturas sobre o Arenito Itararé no Parque Estadual de Vila Velha; (B, C): Presença de vegetação nas fraturas sobre o Arenito Furnas no Parque Estadual do Guartelá; (D, E, F): Relevos ruiniformes encontrados no Parque Estadual do Guartelá; (G, H, I): Relevos ruiniformes encontrados no Parque Estadual de Vila Velha.

Todo material botânico em fase reprodutiva foi herborizado (Fidalgo & Bononi 1984) e posteriormente identificado por comparação com exsicatas de herbários e por consulta à bibliografia especializada. A grafia do nome das espécies e seus autores seguem o International Plant Names Index (IPNI) e grau o de ameaça foram atualizados mediante consultas à base de dados do programa REFLORA (Flora do Brasil 2020), seguindo o sistema de classificação APG IV (2016) para fanerógamas e Pichi-Sermolli (1996) para samambaias.

A eficiência da amostragem para cada uma das feições e para cada área foi avaliada pela cobertura da amostra (Chao & Jost 2015). A comparação da riqueza entre as áreas e feições foi realizada por meio de curvas de rarefação com base às unidades amostrais, enquanto que, as comparações da diversidade foram utilizadas perfis de diversidade com base nos números de Hill (Chao & Jost 2015). Os índices de

diversidade variam segundo os valores do expoente q , representando por três medidas de diversidade, quando $q=0$ é equivalente ao número total de espécies, valores de $q=1$ equivalem ao índice de diversidade de Shannon, e $q=2$ à inversa do índice de Simpson (Jost 2006). Os intervalos de confiança tanto das curvas de interpolação com os dos perfis de diversidade foram baseados em 100 interações.

Para avaliar a diversidade beta entre as comunidades das diferentes feições e entre as unidades de conservação, foram calculados os parâmetros de similaridade, substituição de espécies (Repl) e diferença de riqueza (RichDiff). Estes dois últimos são os componentes da diversidade beta, sendo que $\text{Repl} + \text{RichDiff} = \text{Beta diversity}$, pelo que $\text{Repl} + \text{RichDiff} + \text{Sim} = 1$. Os cálculos destes parâmetros foram feitos conforme foi proposto por Podani & Schmera (2014), baseado no índice de Jaccard e matrizes de presença-ausência.

Para evidenciar padrões com base nas comunidades, foi efetuada uma análise Nonmetric Multidimensional Scaling (NMDS). Para isso foi empregada uma matriz de cobertura, na qual o valor de cobertura de cada espécie está representado em relação às unidades amostrais. Esta matriz foi utilizada para calcular a matriz de distância com base ao índice de Bray-Curtis. O NMDS foi efetuado para duas dimensões e com 100 inícios aleatórios. Para verificar se existe diferença na composição entre as comunidades e as diferentes feições, e entre as UC's para um mesmo tipo de feição, foi aplicado o teste ANOSIM com 999 permutações e distâncias de Bray-Curtis. Para esta análise foram reportados os valores do estatístico R e os p -valores. O estatístico R indica fatores que tem (feições de relevo) nas amostras. Valores de R próximos de 1 indicam alta separação entre os grupos, enquanto que valores próximos de 0 indicam que não houve separação entre os grupos (Blaud *et al.* 2015).

Para verificar se existe uma evidencia direta entre as distâncias geográficas das UCs e a similaridade florística entre as feições foram realizadas regressões lineares usando distância euclidiana e de Bray-curtis, respectivamente.. Foram realizadas 1000 aleatorizados para calcular os valores do teste F e o p -valor.

Todas as análises foram realizadas no software R v. 3.4.1 (R Core Team 2017) sendo empregado o pacote *iNEXT* para as curvas de rarefação e cobertura das amostras, *SpadeR* para o os perfis de diversidade, *adespatial* para o cálculo da diversidade beta e seus componentes, e *vegan* para as análises NMDS e ANOSIM e *ecodist* para a regressão linear.

3.3 Resultados

A suficiência amostral para cada uma das áreas e feições foi satisfatória, tendo valores entre 90 e 94% da riqueza (GU/FR: 94.13, GU/RR: 93.91 e VV/FR: 90.85, VV/RR: 94.45). No estudo florístico foram amostradas nas duas UCs um total de 134 espécies (Tabela 1), compreendidas em 39 famílias e uma morfoespécie de angiosperma indeterminada a qualquer nível taxonômico.

Do total de espécies amostradas, 91 foram encontradas no GU e 72 em VV. As espécies comuns entre as áreas representaram 21,64% do total (29), sendo 46,26% (62) exclusivas do GU e 32,08% (43) do VV. Nas FR do GU foram amostradas 67 espécies e nos RR 48 espécies, sendo exclusivas 42 espécies nas FR e 24 nos RR. São comuns entre as feições 15 espécies. No VV foram amostradas 56 espécies nas FR e 43 espécies nos RR, sendo exclusivas, respectivamente, 29 e 16 espécies. Apenas 10,44% (14) das espécies se comportaram como generalistas, sendo comuns às UCs e as diferentes feições.

No estudo fitossociológico foram amostradas 69,40% (93) das espécies registradas no levantamento florístico (Tabela 1S- Material Suplementar). No GU foram amostradas 65 espécies sendo 46 nas FR e 33 nos RR. No VV foram amostrados um total de 49 espécies, 40 nas FR e também 33 nos RR.

Tabela 1 - Relação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. UCs: Unidades de Conservação; F: feição; RR: relevos runíformes; FR: fraturas; EBR: espectro biológico de Raunkiaer; G: geófitos; L: lianas; H: hemicriptófitos; Ph: fanerófitos; Ch: caméfitos; HUPG: Número tombo no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa; COL: espécie coletada e não identificada; FC: espécie não coletada devido ausência de indivíduos reprodutivos fora da parcela); * Espécie ocorreu nas duas áreas, porém amostrada somente no estudo florístico em uma das áreas.

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
Amaryllidaceae				
<i>Hippeastrum psittacinum</i> Herb.	GU/VV	RR	G	FC
Apocynaceae				
<i>Blepharodon ampliflorum</i> E.Fourn.	GU	FR	L	21502
<i>Mandevilla pohliana</i> (Stadelm.) A.H.Gentry	GU	FR	H	FC
<i>Oxypetalum sublanatum</i> Malme	VV	FR/RR	L	21292/21305
Aquifoliaceae				
<i>Ilex asperula</i> Reissek	GU	FR	Ph	21283
Arecaceae				
<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	VV	FR	G	FC
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	VV	FR/RR	Ph	FC
Asteraceae				

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	VV	FR	Ch	21582
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	VV	FR	H	21881
<i>Baccharis reticularia</i> DC.	VV	FR/RR	Ph	21303/21897
<i>Baccharis</i> sp.1	VV	FR	H	Col
<i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker	GU/VV	FR/RR	H	21499/21296
<i>Chromolaena congesta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	VV	FR	Ch	21580/21883
<i>Chromolaena palmaris</i> (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	GU/VV*	FR/RR	Ch	21495/21424
<i>Chrysolaena flexuosa</i> (Sims) H.Rob.	VV	FR	H	21899
<i>Grazielia multifida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	GU	FR	H	21422
<i>Inulopsis scaposa</i> (DC.) O.Hoffm	GU	FR	H	21421
<i>Inulopsis stenophylla</i> Dusén	VV	FR	H	21446
<i>Lessingianthus rubricaulis</i> (Humb. & Bonpl.)	GU	FR	Ch	21425
<i>Praxelis sanctopaulensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	GU/VV	FR/RR	Ch	21284/21894
<i>Richtergo radiata</i> (Vell.) Roque	GU	FR	H	21915
<i>Stenocephalum megapotamicum</i> (Spreng.) Sch.Bip.	GU	FR	Ch	21906
<i>Stevia leptophylla</i> Sch.Bip. ex Baker	VV	FR	Ch	21584 / 21587
<i>Stevia</i> sp.1	GU	FR	Ch	FC
<i>Symphopappus cuneatus</i> (DC.) Sch.Bip. ex Baker	GU/VV	FR/RR	H	21497/21892
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H.Rob.	GU/VV	FR/RR	Ch	21285/21880
<i>Asteraceae</i> sp.1a	GU	FR	H	Col

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
Bromeliaceae				
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	GU/VV	FR/RR	H	FC
<i>Dyckia tuberosa</i> (Vell.) Beer	GU	FR/RR	H	21248
<i>Tillandsia crocata</i> (E.Morren) Baker	GU/VV	RR	H	21420/21885
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	VV	FR	H	FC
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	GU	RR	H	21247/21901
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	GU/VV	RR	H	21487
Cactaceae				
<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	GU	RR	Ph	FC
<i>Parodia carambeiensis</i> Buining & Brederoo	VV	FR	H	FC
<i>Rhipsalis dissimilis</i> (G.Lindb.) K.Schum.	GU/VV	RR	H	21252
Celastraceae				
<i>Maytenus gonoclada</i> Mart.	GU	RR	Ph	21913
Commelinaceae				
<i>Commelina erecta</i> L.	VV	FR	H	21288
<i>Tradescantia cerinthoides</i> Kunth	VV	FR/RR	H	FC
Cyperaceae				
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	GU/VV	FR/RR	H	21500/21895
<i>Cyperus</i> sp.1	VV	FR	H	Col
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	GU	FR	H	21267/21417

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	GU/VV	FR	G	21269/21583
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	GU/VV*	FR/RR	H	21268/21268
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	GU/VV	FR	H	21415
<i>Rhynchospora setigera</i> (Kunth) Boeckeler	GU	FR	H	21414
Droseraceae				
<i>Drosera brevifolia</i> Pursh	VV	FR	Th	FC
Ericaceae				
<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	VV	RR	Ph	21450/21882
Eriocaulaceae				
<i>Paepalanthus albo-vaginatus</i> Silveira	VV	FR	H	21447
<i>Eriocaulon ligulatum</i> (Vell.) L.B.Sm.	GU	FR	H	FC
Euphorbiaceae				
<i>Croton serpyllifolius</i> Baill.	GU	FR	Ch	FC
Fabaceae				
<i>Chamaecrista cathartica</i> (Mart.) H.S.Irwin & Barneby	GU	FR	Ch	21271/21429
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i> (H.S.Irwin) H.S.Irwin & Barneby	GU	FR/RR	Ch	FC
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	GU	RR	Ph	21439
<i>Mimosa gymnas</i> Barneby	GU	FR/RR	Ch	21264
<i>Mimosa lanata</i> Benth.	GU	FR	Ch	21440
<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	GU	FR/RR	Ch	21263

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
Gesneriaceae				
<i>Sinningia canescens</i> (Mart.) Wiehler	VV	RR	G	21402
<i>Sinningia</i> sp.1	GU	RR	G	FC
Iridaceae				
<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	GU	FR	G	21277/21437
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	GU	FR/RR	G	21427
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.	VV	FR/RR	G	21295
Lamiaceae				
<i>Hypenia macrantha</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Harley	GU	FR	Ch	21411
<i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth.	GU	RR	H	21909
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	VV	FR	Ph	21293
Lauraceae				
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	VV	FR/RR	Ph	FC
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	GU	RR	Ph	21254
<i>Persea alba</i> Nees & Mart.	GU	RR	Ph	21253/21908
Malpighiaceae				
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	GU	FR	Ph	21279/21428
<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied.	GU/VV*	FR	Ph	21280/21893
<i>Byrsonima</i> sp.1	GU	FR	Ph	Col

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
Malvaceae				
<i>Sida viarum</i> A.St.-Hil.	VV	FR	Ch	21441/21442
Melastomataceae				
<i>Chaetostoma armatum</i> (Spreng.) Cogn	GU	FR/RR	Ph	21903
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	VV	RR	Ph	FC
<i>Leandra lacunosa</i> Cogn.	GU/VV	FR	Ch	21433/21491
<i>Tibouchina dubia</i> Cogn.	VV	RR	Ch	21488/21488
<i>Tibouchina hatschbachii</i> Wurdack	GU	FR/RR	Ph	21250/21559
<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	GU	FR	Ch	21435
<i>Tibouchina martialis</i> (Cham.) Cogn.	GU	FR	Ph	FC
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	GU/VV	FR/RR	Ph	21249/21304
<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin	VV	FR/RR	Ph	FC
<i>Miconia paucidens</i> DC.	VV	RR	Ph	FC
<i>Miconia sellowiana</i> Naudin	GU	FR	Ph	21436
<i>Miconia</i> sp.1	GU	RR	Ph	Col
<i>Leandra microphylla</i> Cogn.	GU	FR/RR	Ch	21918/21919
Myrtaceae				
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	VV	FR	Ph	21448
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	GU/VV	FR/RR	Ph	21278/21409

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	VV	FR	Ph	21586
<i>Myrcia venulosa</i> DC.	GU	RR	Ph	21573
Orchidaceae				
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	GU/VV	RR	Ch	21266/21886
Orobanchaceae				
<i>Esterhazyia splendida</i> J.C.Mikan	GU/VV	FR	Ph	21270/21299
Peraceae				
<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill.	GU	RR	Ph	21917
Pinaceae				
<i>Pinus elliottii</i> Engelm	GU	RR	Ph	FC
Piperaceae				
<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	GU/VV	RR	H	21419
Poaceae				
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	GU/VV	FR/RR	H	21501/21291
<i>Andropogon macrothrix</i> Trin.	GU	FR	H	21404/21907
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlms.	GU/VV	FR/RR	G	21558/21904
<i>Chloris gayana</i> Kunth	VV	FR	H	21579/21884
<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	GU	RR	H	FC
<i>Eragrostis polytricha</i> Nees	GU	FR	H	21916
<i>Paspalum maculosum</i> Trin.	VV	FR	H	Col

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	GU/VV	FR	H	21588/21889
<i>Paspalum</i> sp.1	GU	FR	H	FC
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	GU/VV	FR/RR	H	21494
<i>Trichanthecium cyanescens</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone	GU/VV	FR/RR	H	21496/21891
<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	VV	FR/RR	H	21581/21900
<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	GU	FR	H	22018
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster	VV	FR/RR	Th	21898
<i>Poaceae</i> sp.1	VV	RR	H	FC
<i>Poaceae</i> sp.2	GU	FR	H	FC
<i>Poaceae</i> sp.3	GU	FR	H	Col
<i>Poaceae</i> sp.4	GU	FR	H	Col
<i>Poaceae</i> sp.5	GU	FR	H	Col
<i>Poaceae</i> sp.6	GU	FR	H	FC
<i>Poaceae</i> sp.7	GU	RR	H	Col
Polypodiaceae				
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota	VV	FR	H	21489
<i>Pleopeltis hirsutissima</i> (Raddi) de la Sota	VV	RR	H	21458
<i>Pleopeltis lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) de la Sota	VV	FR/RR	H	21300
<i>Serpocaulon vacillans</i> (Link) A.R.Sm.	GU/VV	RR	H	21902

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
Portulacaceae				
<i>Portulaca mucronata</i> Link	VV	FR	H	21287
Primulaceae				
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	GU/VV	FR/RR	Ph	21492/21309
Rhamnaceae				
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	VV	FR/RR	Ph	21286
Rosaceae				
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	GU	FR	Ph	21554
Rubiaceae				
<i>Borreria poaya</i> (A.St.-Hil.) DC.	GU	FR	Th	21272
<i>Borreria suaveolens</i> G. Mey.	GU	FR	Th	FC
<i>Coccocypselum lanceolatum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	VV	RR	H	21459
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	GU	FR/RR	Ph	21251/21914
<i>Declieuxia cordigera</i> Mart. & Zucc. ex Schult. & Schult.f.	GU	RR	H	21493
Sapindaceae				
<i>Serjania meridionalis</i> Cambess.	VV	FR	L	21445
Smilacaceae				
<i>Smilax campestris</i> Griseb.	GU/VV*	RR	L	21255/21905
Solanaceae				
<i>Calibrachoa ericifolia</i> (R.E.Fr.) Wijsman	GU	FR	Ch	21282/21426

Famílias/Espécies	UCs	F	EBR	HUPG
<i>Calibrachoa paranensis</i> (Dusén) Wijisman	VV	FR/RR	Ch	21294/21896
Vochysiaceae				
<i>Qualea cordata</i> (Mart.) Spreng.	GU	RR	Ph	21555
Indeterminada				
Indeterminada sp.1	GU	FR	Ph	FC

Dentre as espécies amostradas, quatro estão incluídas na lista de espécies ameaçadas da Flora do Brasil, sendo enquadradas na categoria “em perigo” *Hippeastrum psittacinum*, *Stevia leptophylla* e *Tillandsia crocata*, e na categoria “vulnerável” *Byrsonima brachybotrya*. E ainda, *Sinningia canescens* considerada “quase ameaçada” e *Parodia carambeiensis* e *Leandra microphylla*, que estão na categoria “endêmica” na lista da flora do estado do Paraná.

Nas diferentes feições estudadas predominaram espécies herbáceas, intercaladas de indivíduos subarbustivos, sendo que arbustos ou árvores apareceram ocasionalmente. Neste estudo, indivíduos de hábito arbóreo representaram 10,52% do total (17), sendo que todas as espécies ocorreram nos RR e 3,5% (5) nas FR. Considerando somente as amostradas no estudo fitossociológico, as espécies arbóreas dos RR possuem uma cobertura de 16%, com alturas que variam em média de 1 a 3,5 metros de altura.

As famílias com maior riqueza florística foram Poaceae, Asteraceae e Melastomataceae, totalizando 40,6% das espécies amostradas. As demais espécies foram amostradas em 36 famílias, sendo que 59,3% destas foram representadas por uma única espécie.

No GU, as famílias mais representativas foram Poaceae, Asteraceae e Melastomataceae. Entre as feições desta área, nas FR a família mais representativa foi Poaceae, seguidas por Asteraceae e Melastomataceae e nos RR foram Poaceae, Asteraceae e Bromeliaceae. As famílias exclusivas das FR foram Aquifoliaceae, Eriocaulaceae, Euphorbiaceae, Malpighiaceae, Orobanchaceae e Solanaceae. Nos RR foram Amaryllidaceae, Cactaceae, Celastraceae, Gesneriaceae, Lauraceae, Orchidaceae, Peraceae, Piperaceae, Pinaceae, Polypodiaceae, Rosaceae, Smilacaceae e Vochysiaceae.

No VV, as famílias mais representativas foram Asteraceae, Poaceae e Melastomataceae. Nas FR foram encontradas principalmente Asteraceae, Poaceae e Cyperaceae, e nos RR destacaram-se Melastomataceae, Poaceae e Asteraceae. As famílias exclusivas nas FR foram Droseraceae, Eriocaulaceae, Iridaceae, Lamiaceae, Malpighiaceae, Malvaceae, Orobanchaceae, Portulacaceae e Sapindaceae; enquanto nos RR foram Amaryllidaceae, Cactaceae, Ericaceae, Gesneriaceae, Piperaceae, Rubiaceae e Smilacaceae.

As espécies que obtiveram maior valor de importância (VI) (Tabela 2), nas FR e nos RR do GU, foram *Axonopus siccus* (27,55 e 15,88% respectivamente), sendo que nas FR

essa espécie foi amostrada nas 30 parcelas e nos RR em 21, seguida por *Periandra mediterranea* (11,83% FR e 11,48% RR). Os índices dessas duas espécies detêm 39,38% e 27,36% do VI total das FR e RR respectivamente e representaram uma cobertura relativa de 57,93% das FR e 28,90% nos RR. Além destas espécies vale destacar as espécies das FR *Borreria suaveolens* (5,49%), *Calea parvifolia* (4,86%) e *Croton serpyllifolius* (4,40%) e dos RR *Aechmea distichantha* (9,39%), *Epidendrum secundum* (8,58%) e *Dyckia tuberosa* (8,22%).

No VV, as espécies que obtiveram maior VI são distintas entre as feições, sendo que nas FR foi *Calea parvifolia* (21,34%) e nos RR *Axonopus siccus* (18,72%), sendo que esta espécie também foi umas das que obtiveram maiores VI nas FR (20,06%). A espécie *Epidendrum secundum*, que embora seja comum entre as feições, nas FR foi amostrada em seis parcelas e nos RR em 20, obtendo os índices de VI (14,40%) nos RR e (4,91%) FR. Os índices dessas espécies detêm 46,32% e 33,13% do VI total das FR e RR respectivamente e representaram uma cobertura relativa de 59,31% das FR e 37,69% nos RR. Nas FR destacam-se ainda *Pleopeltis lepidopteris* (8,16%) e *Sisyrinchium wettsteinii* (5,76%) e nos RR *Aechmea distichantha* (15,13%), *Serpocaulon vacillans* (5,58%) e *Symphyopappus cuneatus* (5,14%).

No estudo, também foram amostradas, espécies exóticas invasoras sendo representadas por *Urochloa decumbens* no VV em ambas as feições do relevo e no GU nos RR *Pinus elliottii*.

As espécies que ocorreram em uma única unidade amostral somaram valores superiores a 30% entre FR e RR do GU e de 40 a 27% entre as FR e os RR do VV respectivamente.

Apenas a FR do GU mostrou riqueza e valores de diversidade (q) estatisticamente superior às demais feições. No entanto, os perfis de diversidade dos RR mostraram valores e tendências semelhantes para ambas às UCs (Fig. 2).

Tabela 2 - Relação das espécies com maior valor de importância amostradas no estudo fitossociológico em diferentes feições em campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância; FR: fraturas; RR: relevos runíformes. *Para os autores das espécies, consultar tabela 1.

Espécies*	FA						FR						CA						CR						VI					
	VV			GU			VV			GU			VV			GU			VV			GU			VV			GU		
	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	RR	FR
<i>Axonopus siccus</i>	96,7	80	100	70	70	16,1	15,6	11,2	13	13	54,4	47,8	88,3	35,4	24	21,9	43,9	18,8	20,1	18,7	27,6	15,9								
<i>Borreria suaveolens</i>	73,3					8,2					56				2,8				5,5											
<i>Calea parvifolia</i>	83,3	13,3	50			13,9	2,6	5,6			65,2	57	83		28,8	2,6	4,1		21,3	2,6	4,9									
<i>Croton serpyllifolius</i>	60					6,7					42				2,1				4,4											
<i>Dyckia tuberosa</i>			3,3	40				0,4	7,4				10	17,0			0,5	9			0,4	8,2								
<i>Epidendrum secundum</i>	20	66,7		50	3,3	13			9,3		147	34,6		14,9	6,5	15,8		7,9	4,9	14,4		8,6								
<i>Periandra mediterranea</i>			80	73,3				9	13,6				28,2	19,0			14	10,1			11,5	11,8								
<i>Pleopeltis lepidopteris</i>	50	30				8,3	5,8				181	54			8	2,5			8,2	4,2										
<i>Serpocaulon vacillans</i>	6,7	36,7		16,7	1,1	7,1		3,1			7	88		26	0,3	4		1,4	0,7	5,6		2,2								
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i>	40	26,7				6,7	5,2				110	85			4,9	3,9			5,8	4,5										
<i>Symphopappus cuneatus</i>	33,3	33,3	30	10	5,6	6,5	3,4	1,9			62	83	27	11	2,7	3,8	1,3	0,6	4,1	5,1	2,4	1,2								

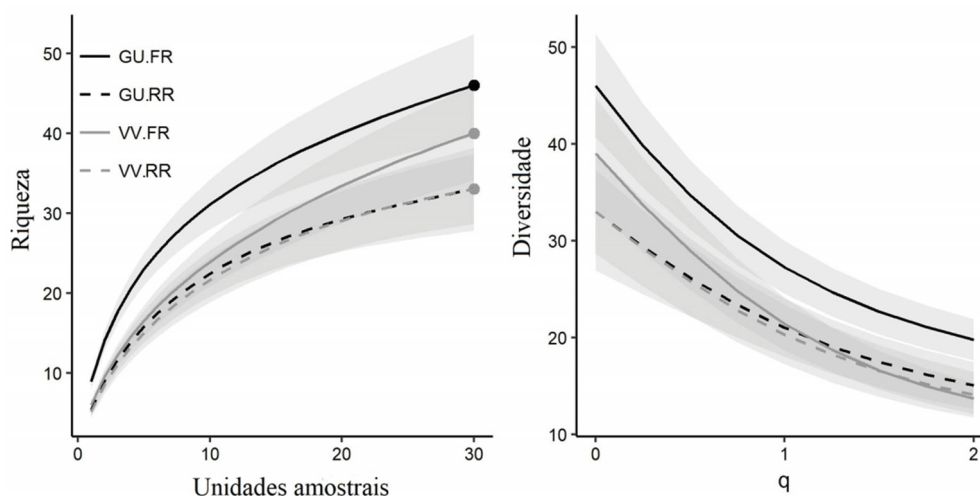


Figura 2 - Curvas de rarefação e perfis de diversidade das espécies amostradas nas fraturas (FR) e nos relevos ruíniformes (RR) (linhas) nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV) (cores). As áreas em cinzas representam o intervalo de 95% de confiança.

Foi possível constatar uma alta diversidade beta entre as feições e UCs, devido aos padrões de diversidade beta entre as comunidades estarem sendo determinados pela substituição de espécies (Repl) com valores médios acima de 60%, tanto para as diferentes feições (Fig. 3A-B) como entre as UCs (Fig. 3C-D). A diferença de riqueza (RichDif) não ultrapassa valores médios de 30% para todas as situações.

Em relação às formas de vida de Raunkier, considerando o total de espécies, independente do tipo de feição ou UCs, a hemicriptófita foi a forma de vida predominante, seguido pelos fanerófitos e caméfitos. Em relação aos tipos de feições, hemicriptófitos e caméfitos foram maiores nas FR que nos RR, e para os fanerófitos os resultados foram próximos em ambas as feições (Fig. 4A). Ao comparar com as espécies amostradas no estudo fitossociológico, hemicriptófitos também obtiveram os maiores valores para todos os parâmetros analisados em ambas as feições e áreas (Fig. 4B).

Na análise NMDS, o primeiro eixo de ordenação que se dispõem, de direita à esquerda, as parcelas dos RR (GU e VV), apresentam maior dispersão das unidades amostrais em comparação com as FR. O segundo eixo, existe uma ordenação das unidades amostrais das FR de ambas as UCs. Na parte inferior, é possível observar que ocorre um

predomínio das unidades amostrais das FR do GU, sendo estas menos dispersas em relação aos RR, e na parte superior concentram-se as unidades amostrais do VV, que apresentam o mesmo padrão do GU, com as parcelas dos RR mais dispersas que das FR. O que reflete a alta heterogeneidade florística do primeiro eixo (Fig. 5).

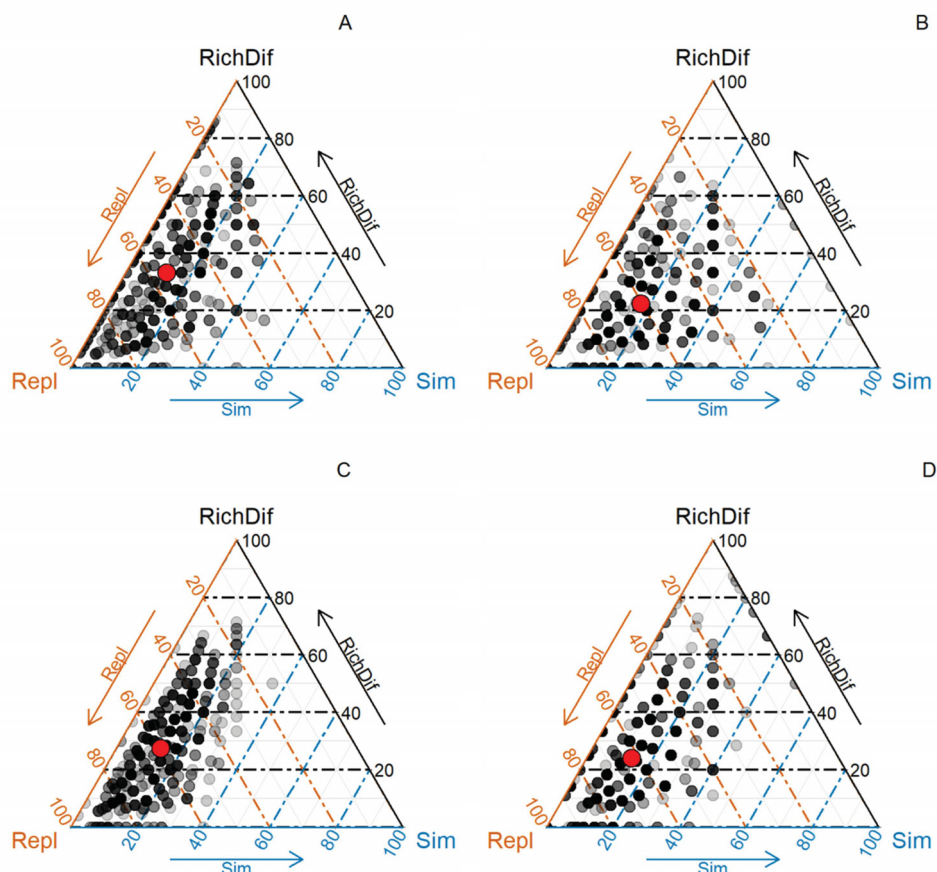


Figura 3 - Similaridade (Sim), substituição (Repl) e diferença de riqueza de espécies (RichDif) nas áreas de campos rupestres entre feições para o Parque Estadual de Guartelá (A) e o Parque Estadual Vila Velha (B), entre as unidades de conservação para os fraturas (C) entre as unidades de conservação para os relevos runíformes (D). Os pontos em cinza representam comparação entre as unidades amostrais, os pontos vermelhos representam o valor médio para os três parâmetros.

O teste ANOSIM mostrou que as composições das comunidades nas diferentes feições são significativamente diferentes nas duas UCs (GU: $R = 0,361$, $p = 0,001$; para VV: $R = 0,304$, $p = 0,001$). O efeito no tipo de feição foi maior para o GU do que no VV.

As diferenças significativas entre comunidades também foram constatadas quando comparado às comunidades entre as áreas para uma mesma feição (FR: $R = 0,531$, $p = 0,001$; quanto para RR: $R = 0,181$, $p = 0,001$). O maior efeito das áreas é observado para aquelas comunidades que estão nas FR, porém o menor efeito foi entre os RR. Tais forças de segregação entre as comunidades condizem com o diagrama de ordenação.

O teste de regressão linear apontou que existe uma relação negativa significativa entre a distância geográfica e a similaridade florística tanto no GU ($F=34,833$, $P=0,033$) como no VV ($F=63,745$, $P=0,003$) (Fig. 6).

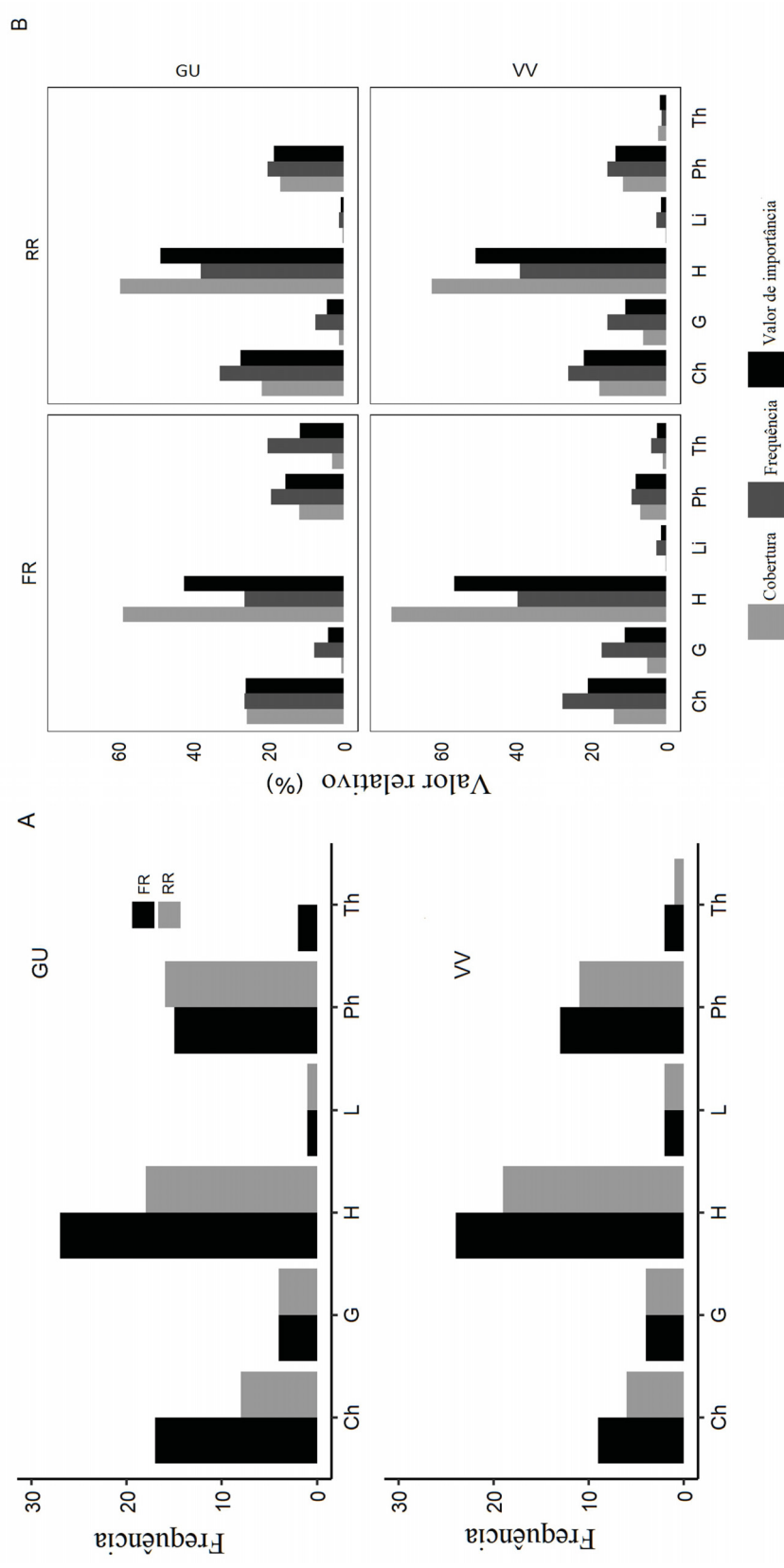


Figura 4 - Frequência das formas de vida de Raunkier amostradas nas fraturas (FR) e nos relevos ruiformes (RR) nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV). Ch: Caméfitos; G: Geófitos; H: Hemiepiptófitos; Li: Lianas; Ph: Fanerófitos; Th: Terófitos. (A) total de espécies; (B) espécies analisadas no estudo fitossociológico.

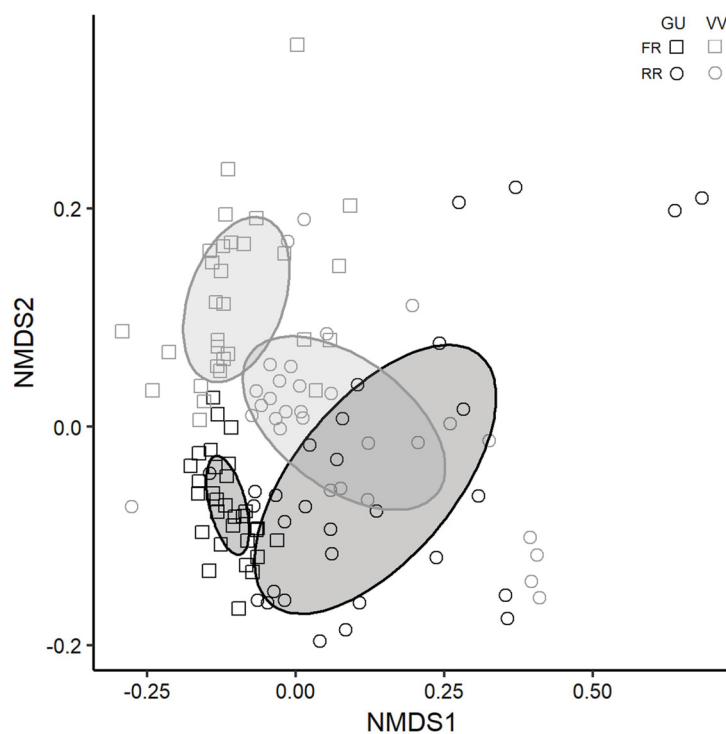


Figura 5 - Diagrama de ordenação da análise de NMDS amostradas nas diferentes feições (quadrados e círculos) nos campos rupestres de duas unidades de conservação (cinza). As elipses representam o desvio padrão do grupo. GU: Parque Estadual do Guartelá; VV: Parque Estadual de Vila Velha; FR: fraturas; RR: relevos ruниiformes.

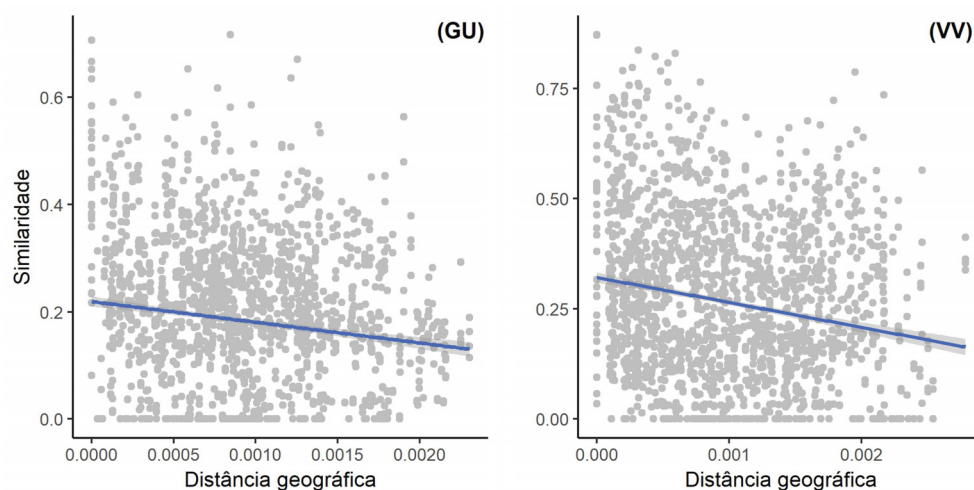


Figura 6- Relação entre a similaridade florística e a distância geográfica nos campos rupestres do Parque Estadual de Guartelá (GU) e Parque Estadual Vila Velha (VV).

3.4 Discussões

As diferenças florísticas e estruturais observadas entre as diferentes feições das UCs são justificadas, possivelmente, pelos aspectos da geologia, fatores edáficos, climáticos e históricos de usos diferenciados, que devem estar sendo condicionantes na caracterização dessas áreas, e que devem ser mais explorados.

Os resultados revelam que a vegetação rupestre de diferentes feições, mesmo distribuídas de maneira muito próxima, é distinta em composição e riqueza, corroborando com resultados encontrados em outras áreas de campos rupestres no Brasil (Conceição & Giuliatti 2002; Conceição & Pirani 2005; Conceição *et al.* 2005; Conceição & Pirani 2007), onde a maioria das espécies apresenta baixa frequência, indicando heterogeneidade entre as diferentes feições, em consequência da grande variação de ambientes e na composição florística (Melo *et al.* 2007).

Este padrão parece ser comum em ambientes rupestres (Conceição & Giuliatti 2002; Conceição & Pirani 2005), devido a presença de microhabitats diferenciados pelas variações de temperatura (diurna/noturna), umidade, profundidade de substrato, exposição ao vento e à luz (Giuliatti *et al.* 1997), que contribui para mudanças bruscas na composição da vegetação em um curto espaço.

Essas peculiaridades ambientais possivelmente explicam padrões de diversidade beta obtidos entre FR e RR de cada UC, que está determinada pela substituição de espécies. Cada feição do relevo comporta conjuntos de espécies vegetais restritas e, deste modo, a variabilidade na diversidade beta por substituição atesta a baixa capacidade de dispersão de espécies, conforme foi observado no diagrama de ordenação, o que reflete uma dissimilaridade entre as FR das UCs, provavelmente relacionada ao número de espécies com baixa frequência, além das restrições de ocorrência por habitat e/ou área amostral, e ainda, devido aos fatores climáticos. Sendo este apontado, como o fator principal para este resultado, conforme observado em estudo biogeográfico realizado por Moro & Rosa (2016), na região dos Campos Gerais, compreendendo fitofisionomias de campos secos, sendo que em tese, segundo os autores, a fragmentação da vegetação campestre, antes mais ampla, ocupada por savanas, se dispersa a partir do *core* do Bioma, seguindo flutuações climáticas. Deste modo, os resultados obtidos neste estudo, reforçam tais resultados.

As espécies herbáceas e as subarbustivas que predominam nas FR das UCs repetem o mesmo padrão observado para as plantas arbustivo-arbóreas dos cerrados rupestres (Mews *et al.* 2016). Possivelmente as águas das chuvas, que infiltram nas fraturas, possibilitam também o acúmulo de sedimentos e de matéria orgânica é que propiciam o estabelecimento da vegetação (Melo *et al.* 2007; Mews *et al.* 2016).

Dentre todas as feições, a maior riqueza e diversidade encontradas foram nas FR do GU, possivelmente por estarem em uma zona limítrofe entre os climas tropical e subtropical (Maack 2002), e pela presença de elementos disjuntos de Cerrado (Carmo *et al.* 2012; Marcilio-Silva *et al.* 2016), com ocorrência de espécies típicas desta formação, como por exemplo, *Qualea cordata*, *Allagoptera campestris*, *Myrcia venulosa*, *Banisteriopsis campestris*, *Persea alba* e *Ocotea tristis* (Batalha *et al.* 1997; Mendonça *et al.* 1998; Ritter *et al.* 2010).

Em relação às famílias mais abundantes em número de espécies, estudos realizados em campos rupestres na região Sul (Carmo 2006; Carmo *et al.* 2014; Silva *et al.* 2016), Sudeste, (Oliveira & Godoy 2007), Nordeste (Conceição & Giuliatti 2002) e no Brasil central (Giuliatti *et al.* 1987; Conceição & Giuliatti 2002; Pirani *et al.* 2003; Viana & Lombardi 2007; Lemes 2009), correspondem as mesmas famílias botânicas amostradas no presente estudo, exceto para a família Velloziaceae, considerada típica dos campos rupestres do Brasil central (Giuliatti & Pirani 1988; Conceição & Giuliatti 2002; Conceição & Pirani 2002), não amostrada neste estudo. Na região dos Campos Gerais, a única representante da família Velloziaceae, *Barbacenia paranaensis* L.B.Sm., é endêmica e está na lista de plantas raras do Brasil (CNCFlora 2012). A espécie determina o limite austral da família para América do Sul (Mello-Silva 2009), mas não tem citação para o GU e VV (Takeda *et al.* 1996; Carmo 2006, Cervi *et al.* 2007; Silva *et al.* 2014).

A espécie *Axonopus siccus*, que apresentou maior valor de importância em ambas às feições do GU, e em VV obteve maior VI nos RR, e nas FR obteve também VI significativo, tem sido amostrada com frequência nos campos rupestres da região dos Campos Gerais (Carmo 2006; Carmo *et al.* 2014; Silva *et al.* 2016), na Serra do Itacolomi e do Ouro Branco em Minas Gerais (Lemes 2009), no quadrilátero ferrífero, região central de Minas Gerais (Carmo 2014), e em menor expressividade em campos rupestres sobre canga (termo brasileiro para um depósito de hematita superficial (Jacobi *et al.* 2007; Viana &

Lombardi 2007). Presume-se que, por estarem as UCs inseridas em remanescentes de Cerrado (Ritter *et al.* 2010), onde o gênero é especialmente abundante (Viana & Filgueiras 2008), justifica a dominância dessa espécie nas diferentes feições e UCs.

Neste estudo, a espécie *Periandra mediterranea*, que também obteve os maiores VI em ambas as feições do GU, pode ser considerada como a que caracteriza os ambientes rupestres nesta área de estudo, sendo amostrada com bastante expressividade na região por outros pesquisadores (Takeda *et al.* 1996; Carmo 2006). A espécie apresenta uma ampla ocorrência geográfica (Queiroz 2015) e também está presente em outras áreas rupestres do Brasil (Andrade *et al.* 1986; Silva *et al.* 1996; Conceição & Giulietti 2002; Oliveira & Godoy 2007).

Foi possível observar que um grupo distinto de espécies parece estar caracterizando os RR em ambos as UCs. No GU, espécies da família Bromeliaceae, ocorrem com maiores VI e frequência, já em VV a espécie desta família, observada com maior VI e frequência é somente a *Aechmea distichantha*, embora outras espécies dessa família tenham sido amostradas, os RR do VV parecem estar sendo caracterizados por um grupo distinto de espécies. A expressiva representatividade de bromélias nos RR do GU é possivelmente devido as suas características morfológicas que permitem sua sobrevivência sobre substratos com restrições hídricas (Souza & Lorenzi 2012), como as observadas nessas feições. A heterogeneidade observada entre FR das UCs pode estar relacionada a fatores climáticos, o que podem estar favorecendo o estabelecimento das bromeliáceas no GU.

A maior frequência de espécies hemicriptófitas corrobora com resultados observados em outras áreas de campos rupestres (Vitta 2002; Conceição & Giulietti 2002; 2005; Silva 2014). Neste estudo foram representadas, em sua maioria, por espécies das famílias Poaceae, Cyperaceae e Asteraceae. Em regiões de alta variação térmica entre o dia e a noite, os hemicriptófitos e os caméfitos parecem ser as formas de vida mais ajustadas a estes ambientes, pois na época de condições climáticas desfavoráveis suas gemas encontram-se protegidas ao nível do solo e/ou pelas escamas, folhas ou bainhadas e folhas já secas da estação passada (Caiafa & Silva 2005). Neste estudo, hemicriptófitas e caméfitas foram mais abundantes nas FR em relação aos RR, justificada possivelmente pela disponibilidade de solo, como já discutido anteriormente.

Vale destacar que foi observada a presença da espécie exótica invasora *Pinus elliottii*, apontado como o maior contaminador biológico da região (Ziller & Galvão 2002), e que possivelmente está interferindo nos processos ecológicos naturais, ocasionando perda de diversidade local, contribuindo para os processos de descaracterização dessas áreas. Ressalta-se ainda, a existência da Lei Federal 9985/00 (Brasil 2000) da Resolução SEMA 28, de 17 de agosto de 1998 (Paraná 1998), que recomendam a adoção de medidas preventivas, de erradicação e controle de espécies exóticas invasoras de áreas de conservação.

A presença de indivíduos arbóreos nos RR do GU faz com que esta feição se assemelhe ao cerrado rupestre (Oliveira & Martins 1986; Ribeiro & Walter 1998; Moura *et al.* 2011). Nos RR do VV, essa característica não é observada, portanto a denominação, “cerrado rupestre” para área dos RR do GU parece ser a mais adequada.

As características da geologia e geomorfologia dos Campos Gerais contribuem, para a ocorrência de feições singulares, e constituem um patrimônio natural que colocam a região, no mesmo nível de importância do Parque Nacional da Chapada dos Guimarães e do Parque Nacional da Chapada Diamantina, entre outras regiões do Brasil (Melo *et al.* 2007). Sendo assim, a não preservação destes ambientes, aumenta o risco de perda de espécies vegetais com potencialidades ainda desconhecidas e remete ao empobrecimento da paisagem e da biodiversidade. Ressalta-se ainda, que a região dos Campos Gerais encontra-se sobre forte ameaçada de redução de suas áreas de preservação, conforme consta no projeto de lei PL 527/2016, que visa reduzir a Área de Proteção Ambiental da Escarpa Devoniana (Paraná, 2016), com a redução de 68% da maior unidade de conservação paranaense, um patrimônio brasileiro único no mundo.

Sugere-se que outros estudos sejam realizados nessas formações, e para o maior detalhamento da composição e diversidade dos campos rupestres, que deverá compreender outras feições rupestres, tais como, a vegetação presente em bacias de dissolução (pequenas depressões com fundo aplainado), entalhes de bases de paredes rochosas (base dos rochedos côncavos) e nos paredões das rochas, que poderão trazer informações relevantes para estratégias de conservação dos campos rupestres do Sul do Brasil.

Neste estudo, as espécies que caracterizam a vegetação rupestre das diferentes feições do relevo no GU são *Axonopus siccus* e *Periandra mediterranea*, além dessas

espécies os RR apresentam uma expressiva ocorrência de Bromeliaceae sendo representadas por *Aechmea distichantha*, *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia* e *Tillandsia crocata*. Em VV são *Calea parvifolia*, *Axonopus siccus*, e *Epidendrum secundum* além destas se destacam nas FR *Pleopeltis lepidopteris* e nos RR *Aechmea distichantha*, *Serpocaulon vacillans* e *Symphyopappus cuneatus*. As diferentes feições dos campos rupestres influenciam nos padrões de riqueza e diversidade, onde foi possível constatar que são biologicamente distintas entre as feições e UCs. Os padrões de diversidade beta entre as comunidades estão sendo determinados pela substituição de espécies (Repl).

3.5 Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela Bolsa concedida à primeira autora, à Pró Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa - PROEX/UEPG pelo apoio logístico. Ao geólogo Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães pela identificação das feições rochosas e as estagiárias Talita de Lima e Ethieny Meni pelo apoio nas saídas de campo.

Referências

APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group) (2016) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 181(1): 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>

Andrade PM, Gontijo TA & Grandi TSM (1986) Composição florística e aspectos estruturais de uma área de Campo Rupestre do Morro do Chapéu, Nova Lima, Minas Gerais. Revista Brasileira de Botânica 9: 13-21.

Batalha MA, Aragaki S & Mantovani W (1997) Florística do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 16: 49-64. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v16i0p49-64>.

Blaud A, Diouf F, Herrmann AM & Lerch TZ (2015) Analysing the effect of soil organic matter on bacterial communities using T-RFLP fingerprinting: different methods, different stories? Biology and Fertility of Soils 51: 959-971. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-015-1041-0>

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2000). Lei nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Brasília, 18 de julho de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

Burrows CJ (1990) Processes of vegetation change. Urwin Hyman, London, 551p.

Caiafa NA & Silva AF (2005) Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. Rodriguésia 56 (87): 163-173.

Caramari PH (2004) Climatologia. *In*: Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Pp.136-174.

Carmo FF (2014) Padrões de diversidade, composição florística e estrutura de comunidades de plantas em afloramentos rochosos, quadrilátero ferrífero, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.

Carmo MRB (2006) Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

Carmo MRB, Andrade ALP, Santos GASD & Assis MA (2012) Análise estrutural em relictos de Cerrado no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná, Brasil. *Ciência Florestal* 22: 505-517.

Carmo MRB, Luz PM & Lima BNS (2014) A vegetação rupestre. *In*: Gealh AM & Melo MS. (orgs.) Rio São João, Carambeí, PR: fonte de vida, cuidados devidos. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 101-110.

Cervi AC, Linsingen LV, Hatschbach G & Ribas OS (2007) A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Boletim do Museu Botânico Municipal*. Curitiba 69: 1-52.

Chao A & Jost L (2015) Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. *Methods in Ecology and Evolution* 6: 873-882. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/2041-210X.12349>

CNCFlora. *Barbacenia paranaensis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012. Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia paranaensis](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia%20paranaensis)>. Acesso em 23 agosto de 2017.

Conceição AA (2006) Plant ecology in ‘campos rupestres’ of the Chapada Diamantina, Bahia. *In*: Queiroz LP, Rapini A & Giuletta AM. (org.) Towards greater knowledge of the brazilian semi-arid biodiversity. Ministério da ciência e tecnologia, Brasília. Pp. 63-67.

Conceição AA & Giuletta AM (2002) Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Hoehnea* 29: 34-48.

Conceição AA & Pirani JR (2005) Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23:85-111 DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v23i>.

Conceição AA & Pirani JR (2007) Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. *Rodriguésia* 58: 193-206.

Conceição AA, Rapini A, Pirani JR, Giulietti AM, Harley R, Silva TRS, Funch R, Santos AKA, Correia C, Andrade IM, Costa JAS, Souza LRS, Andrade MJG, Freitas TA, Freitas AMM. & Oliveira AA (2005) Campos rupestres. *In*: Juncá FA, Funch L, Franca-Rocha W. (eds.) *Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina*. Biodiversidade. Brasília, Ministério do Meio Ambiente 13: 153-180.

Conceição AA, Giulietti AM & Meirelles ST (2007) Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*. 21: 335-347.

Cruz GCF (2007) Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. *In*: Melo MS & Moro RS, Guimarães GB. (eds.). *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 59-72.

Dalazoana K, Silva MA & Moro RS (2007) Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 577-695.

Daubenmire R (1968) *Plant communities*. New York, Harper and Row Pub. 300p.

Echternacht L, Trovó M, Oliveira CT & Pirani JR (2011) Areas of endemism in the Espinhaço range in Minas Gerais, Brazil. *Flora* 206: 782-791. DOI: [org/10.1016/j.flora.2011.04.003](http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2011.04.003).

Fidalgo O & Bononi VLR (1984) Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica.

Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em 20 julho 2017.

Fossen H (2010) Structural Geology. Cambridge University. Press, Cambridge.

Giulietti AM, Menezes NL, Pirani JR, Meguro M & Wanderley MGL (1987) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 9: 1-151.

Giulietti AM & Pirani JR (1988) Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. *In*: Vanzolini PE & Heyer WR. (org.) Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. Pp. 39-69.

Giulietti AM, Pirani JR & Harley RM (1997) Espinhaço range region: eastern Brazil. *In*: Davis SD, Herrera-MacBryde VHH, Villa-Lobos J & Hamilton AC. (eds.) Centre of plants diversity: a guide and strategy for their conservation. World Wildlife Fund/World Conservation Union, Cambridge, UK. Pp. 397-404.

Guimarães GB, Melo MS, Giannini PCF & Melek PR (2007) Geologia dos Campos Gerais. *In*: Melo MS, Moro RS & Guimarães GB. (eds.) Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 23-32.

Jacobi CM, Carmo FF, Vincent RC & Stehmann JR (2007) Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. Biodiversity and Conservation 16(7): 2185-2200.

Jost L (2006) Entropy and diversity. Oikos 113: 363-375.

- Koeppen W (1948) *Climatologia*. Cidade do México, Fundo de Cultura Econômica.
- Lavergne S, Thompson JD, Garnier E & Debussche M (2004) The biology and ecology of narrow endemic and widespread plants: a comparative study of trait variation in 20 congeneric pairs. *Oikos* 107: 505-518.
- Lemes FOA (2009) *Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de campos rupestres da Serra de Itacolomi e Serra de Ouro Branco, Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. 95p.
- Letenski R, Guimarães GB, Piekarz GF & Melo MS (2009) Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução. *Turismo e Paisagens Cársticas, Campinas*. 2(1): 5-15.
- Maack R (1948) Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 2: 102-200.
- Maack R (2002) *Geografia física do Paraná*. Curitiba: Imprensa Oficial, 438p.
- Marcilio-Silva V, Pillar VD & Marques MCM (2016) Functional turnover and community assemblage during tropical forest succession. *Community Ecology* 17(1): 88-97. DOI: <https://doi.org/10.1556/168.2016.17.1.11>.
- Mares MA (1997) The geobiological interface: granitic outcrops as a selective force in mamalian evolution. *The Journal of The Royal Society of Western Australia*. 80: 131-139.
- Melo MS (2002) Canyon Guartelá. *In*: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge M & Berbert-Born M. (eds.) *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM. Pp. 279 -288.

Melo MS (2006) Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 157p.

Melo MS, Bosetti EP, Godoy LC & Pilatti F (2002) Vila Velha, PR: impressionante relevo ruiforme. *In*: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge M & Berbert-Born M. (eds.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília, DNPM-CPRM-SIGEP, Pp. 269-277.

Melo MS, Guimarães GB, Ramos AF & Prietro CC (2007) Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. *In*: Melo MS, Moro RS & Guimarães GB. (eds.) Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 49-58.

Melo MS, Guimarães GB, Pontes HS, Massuqueto LL, Pigurim I, Bagatim HQ & Giannini PCF (2011) Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da formação furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. SBE – Campinas, SP. Espeleo-Tema 22(1): 81-97.

Mello-Silva R (2009) Velloziaceae. *In*: Giuliatti AM, Rapini A, Andrade MJG, Queiroz LP & Silva JMC. Plantas Raras do Brasil. Conservação Internacional, Belo Horizonte. Pp. 392-398.

Meguro M, Pirani JR, Giuliatti AM & Mello-Silva R (1994) Phytophysiognomy and composition of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. *Revista brasileira de Botânica*. 17: 149-166.

Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva Júnior MC, Rezende AV, Filgueiras TS & Nogueira PE (1998) Flora vascular do cerrado. *In*: Sano S & Almeida SP. (eds.) Cerrado: ambiente e Flora. Embrapa Cerrados, Planaltina. Pp. 289-556.

Mews HA, Pinto JRR, Lenza E & Domingos ACF (2016) A cobertura de rochas é boa preditora da variação na riqueza de espécies e na estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre? *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre. 14 (3): 202-205.

Moreira CR & Rocha HR (2007) Unidades de conservação nos Campos Gerais. *In*: Melo MS, Moro RS & Guimarães GB. (eds.) *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 201-212.

Moro RS & Carmo MRB (2007) A vegetação campestre nos Campos Gerais. *In*: Melo MS, Moro RS & Guimarães GB. (eds.) *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG. Pp. 93-98.

Moro RS, Souza-Nogueira MKF, Milan E, Mioduski J, Pereira TK & Moro RF (2012) Grassland Vegetation of Pitangui River Valley, Southern Brazil. *International Journal of Ecosystem* 2: 161-170. DOI: <https://doi.org/10.5923/j.ije.20120206.03>.

Rosa MC & Moro RS (2016). Convergências no padrão de distribuição de espécies vegetais campestres nos Campos Gerais (Província Biogeográfica Paranense). *Terr@Plural*, Ponta Grossa, 10 (1): 61-73. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.10i1.0005

Mota GS, Luz GR, Mota MN, Coutinho, ES, Veloso MDM, Fernandes GW & Nunes YRF (2017) Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in south-eastern Brazil. *Flora*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.010>

Mota SLL, Pereira IM, Machado ELM, Oliveira MLR, Bruzinga JS, Farnezi MMM & Meira Junior MS (2014) Influência dos afloramentos rochosos sobre a comunidade lenhosa no cerrado stricto sensu. *Floresta e Ambiente*, 21(1): 8-18. DOI: <https://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.009>

Moura IO, Gomes-Klein VL, Felfili JM & Ferreira HD (2007) Fitossociologia da Comunidade Lenhosa de uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual dos Pirineus, Pirenópolis, Goiás. *Revista de Biologia Neotropical* 4: 83-100.

Moura IO, Ribeiro KT & Takahasi A (2011) Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. *In*: Felfili JM, Eisenlohr PV, Melo MMRF, Andrade LA & Meira Neto JAA. (eds.) *Fitossociologia no Brasil, métodos e estudos de casos*. Viçosa: Ed. UVF. Pp. 255-294.

Mucina L (2017) Vegetation of Brazilian campos rupestres on siliceous substrates and their global analogues. *Flora*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2017.06.007>.

Mueller-Dombois D & Ellenberg H (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York. Wiley and Sons.

Negreiros D, Stradic SL, Fernandes GW & Rennó HC (2014) CSR analysis of plant functional types in highly diverse tropical grasslands of harsh environments. *Plant Ecology* 215: 379-388. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11258-014-0302-6>.

Oliveira-Filho AT & Martins FR (1986) Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). *Revista Brasileira de Botânica* 9: 207-223.

Oliveira RBD & Godoy, SAPD (2007) Composição Florística dos Afloramentos Rochosos do Morro Do Forno, Altinópolis, São Paulo. *Biota Neotropica* 7(2): 37-47.

Paraná. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (1998). Resolução SEMA 28, de 17 de agosto de 1998, Programa de Substituição de Florestas Homogêneas com Espécies Exóticas localizadas às margens de rios e cursos d'água, por Florestas Heterogêneas com Espécies Nativas, apropriadas ao desempenho da função de preservação permanente.

Paraná. (2016). Projeto de lei 527/2016, que altera os limites da Apa da Escarpa Devoniana. Disponível em: http://portal.alep.pr.gov.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=66840&tipo=I. Acesso em 26 março 2018.

Pereira, AFS (2010) Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em campo rupestre ferruginoso do quadrilátero ferrífero, MG. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 97p.

Pichi-Sermolli REG (1996) Authors of scientific names in Pteridophyta. Kew: Royal Botanic Gardens.

Pirani JR, Mello-Silva R & Giulietti AM (2003) Flora de Grão- Mogol, Minas Gerais. Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo 21: 1-24.

Prance GT (1996) Islands in Amazônia. Philosophical transactions of the Royal Society of London series B. Biological Sciences 1341(351): 823-833.

Poot P, Hopper SD & Diggelen JMH (2012) Exploring rock fissures: does a specialized root morphology explain endemism on granite outcrops? *Annals of Botany* 110: 291-300.

Podani J & Schmera D (2011) A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence - absence data. *Oikos* 120: 1625-1638. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19451.x>

Porembski S (2007) Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 579-586.

Porembski S & Barthlott W (2000) Inselbergs: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Berlin, Ecological Studies. 146 p.

Porembski S, Martinelli G, Ohlemuller R & Barthlott W (1998) Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Divers Distrib* 4: 107-119.

Queiroz LP, Sena TSN & Costa MJSL (1996) Flora Vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha – Bahia.1: O campo rupestre. *Sitientibus*, Feira de Santana 15: 27-40.

Queiroz LP (2015) *Periandra* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB298>>. Acesso em 26 agosto 2017.

Rapini A, Ribeiro PL, Lambert S & Pirani JR (2008) *In*: Silva LMC. (ed.) A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade* 4: 16-24.

Raunkiaer C (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford. Clarendon Press, 104 p.

Ribeiro JF & Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma cerrado. *In*: Sano SM & Almeida SP. (eds.) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA, Planaltina. Pp.89-166.

Ritter LMO, Ribeiro MC & Moro RS (2010) Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil - limite austral do bioma. *Biota Neotrop.* 10(3): 379-414. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000300034>.

Romero R (2002) Diversidade da flora dos campos rupestres de Goiás, sudoeste e sul de Minas Gerais. *In*: Araújo EL, Moura AN, Sampaio EVSB, Gestinari LMS & Carneiro JMT (eds.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Imprensa Universitária, Recife. Pp. 81-86.

Scarano FR (2007) Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. *Revista Brasileira de Botânica*. 30:561-568.

Silva AR (2014) Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 91p.

Silva AR, Andrade ALP, Velazco SE, Galvão F & Carmo MRB (2016) Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea*, 43(3): 325-347. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-96/2015>.

Silva MFF, Secco RS & Lobo MGA (1996) Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra de Carajás, estado do Pará, Brasil. *Acta Amazônica* 26 (1): 17-44.

Souza VC & Lorenzi H (2012) *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III*. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 768p.

Takeda IJM, Moro RS & Kaczmarek R (1996) Análise florística de um enclave de cerrado no Parque do Guartelá, Tibagi, PR. *Publicatio, Ponta Grossa* 2(1): 21-31.

Tardivo RC & Cervi AC (2001) Bromeliads of the State Park of Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. *Selbyana* 22(1): 68-74.

Veloso HP, Rangel Filho ALR & Lima JCA (1991) Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE. 123p.

Vasconcelos MF (2011) O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? *Revista Brasileira de Botânica*. 34(2): 241-246.

Viana PL & Filgueiras TS (2008) Inventário e distribuição geográfica das gramíneas (Poaceae) na Cadeia do Espinhaço, Brasil. *Megadiversidade* 4: 71-88.

Viana PL & Lombardi JA (2007) Florística e Caracterização dos Campos Rupestres Sobre Canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. 2007. *Rodriguésia* 58(1): 159-177.

Vitta FA (2002) Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. *In*: Araújo EL, Moura AN, Sampaio EVSB, Gestrinári LMS & Carneiro JMT. (eds.) Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil. Imprensa Universitária, Recife. Pp. 90-94.

Ziller SR & Galvão F (2002) O processo de degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *P. taeda*. *Floresta*. Curitiba. 32(1): 41-47.

Material Suplementar

Tabela S1 - Relação das espécies amostradas no estudo fitossociológico em diferentes feições do relevo em campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. FA: frequência absoluta; FR: frequência relativa; CA: cobertura absoluta; CR: cobertura relativa; VI: valor de importância; FR: fraturas RR: relevos runíformes. *Para os autores das espécies, consultar tabela 1.

Espécies*	FA			FR			CA			CR			IV			
	VV		GU	VV		GU	VV		GU	VV		GU	VV		GU	
	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR
<i>Achyrocline satureioides</i>	3,3				0,6		1,0				0,0		0,3			
<i>Aechmea distichantha</i>	3,3	43,3		36,7	0,6	8,4		6,8	30,0	477,0		226,0	1,3	21,8	12,0	0,9 15,1 9,4
<i>Allagoptera campestris</i>	3,3				0,6				3,0				0,1			0,3
<i>Andropogon leucostachys</i>	3,3				0,6				5,0				0,2			0,4
<i>Axonopus siccus</i>	96,7	80,0	100,0	70,0	16,1	15,6	11,2	13,0	544,0	478,0	883,0	354,0	24,0	21,9	43,9	18,8 20,1 18,7 27,6 15,9
<i>Baccharis reticularia</i>	6,7	10,0			1,1	1,9			11,0	47,0			0,5	2,2		0,8 2,0
<i>Baccharis</i> sp.1	3,3				0,6				1,0				0,0			0,3
<i>Banisteriopsis campestris</i>	6,7				0,7				9,0				0,4			0,6
<i>Borreria poaya</i>	23,3				2,6				7,0				0,3			1,5
<i>Borreria suaveolens</i>	73,3				8,2				56,0				2,8			5,5
<i>Bulbostylis capillaris</i>	6,7	3,3	3,3		1,1	0,6	0,4		5,0	1,0	1,0		0,2	0,0	0,0	0,7 0,3 0,2
<i>Byrsonima brachybotrya</i>							0,7					43,0			2,1	1,4
<i>Calea parvifolia</i>	83,3	13,3	50,0		13,9	2,6	5,6		652,0	57,0	83,0		28,8	2,6	4,1	21,3 2,6 4,9
<i>Calibrachoa ericifolia</i>	3,3				0,4				2,0				0,1			0,2

Espécies*	FA			FR			CA			CR			IV		
	VV			VV			VV			VV			VV		
	FR	RR	GU	FR	RR	GU	FR	RR	GU	FR	RR	GU	FR	RR	GU
<i>Calibrachoa rupestris</i>	20,0	10,0		3,3	1,9		78,0	21,0		3,4	1,0		3,4	1,5	
<i>Cereus hildmannianus</i>	3,3			0,6			4,0			0,2			0,4		
<i>Chamaecrista cathartica</i>	43,3			4,9			53,0			2,6			3,7		
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i>			46,7	3,3		5,2	0,6		35,0	4,0		1,7	0,2	3,5	0,4
<i>Chloris gayana</i>	3,3			0,6			5,0			0,2			0,4		
<i>Chromolaena congesta</i>	3,3			0,6			10,0			0,4			0,5		
<i>Chromolaena palmaris</i>	20,0			2,2			20,0			1,0			1,6		
<i>Chrysolaena flexuosa</i>	3,3			0,4			1,0			0,0			0,2		
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	3,3	3,3		0,6	0,6		6,0	15,0		0,3	0,7		0,4	0,7	
<i>Cordia concolor</i>	3,3			0,6			10,0			0,5			0,6		
<i>Croton serpyllifolius</i>	60,0			6,7			42,0			2,1			4,4		
<i>Dyckia tuberosa</i>			3,3	40,0		0,4	7,4		10,0	170,0		0,5	9,0	0,4	8,2
<i>Epidendrum secundum</i>	20,0	66,7		50,0	3,3	13,0	9,3	147,0	346,0	149,0	6,5	15,8	7,9	4,9	14,4
<i>Eriocaulon ligulatum</i>	3,3			0,4			5,0			0,2			0,3		
<i>Esterhazyia splendida</i>	3,3		3,3	0,6	0,4		5,0		1,0	0,2		0,0	0,4	0,2	
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	3,3			0,4			1,0			0,0			0,2		
<i>Grazielia multifida</i>	30,0			3,4			23,0			1,1			2,3		
<i>Hippeastrum psittacinum</i>		10,0		6,7	1,9	1,2		42,0		6,0	1,9	0,3	1,9	0,8	
<i>Hypenia macrantha</i>	3,3			0,4			3,0			0,1			0,3		

Espécies*	FA			FR			CA			CR			IV		
	VV			VV			VV			VV			VV		
	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR
<i>Hyptis sinuata</i>	3,3					0,6			6,0			0,3			0,5
<i>Ilex asperula</i>	3,3					0,4			30,0			1,5			0,9
<i>Indeterminada sp. 1a</i>	3,3					0,4			5,0			0,2			0,3
<i>Inulopsis scaposa</i>	6,7					0,7			2,0			0,1			0,4
<i>Kyllinga brevifolia</i>	10,0					1,1			3,0			0,1			0,6
<i>Lagenocarpus rigidus</i>			23,3	10,0			2,6	1,9		67,0	53,0		3,3	2,8	3,0 2,3
<i>Leandra australis</i>	6,7					1,3			17,0			0,8			1,0
<i>Leandra lacunosa</i>	3,3	3,3	3,3			0,6	0,6	0,4	6,0	5,0	9,0	0,3	0,2	0,4	0,4 0,4
<i>Miconia albicans</i>			33,3	3,3			3,7	0,6		77,0	15,0		3,8	0,8	3,8 0,7
<i>Miconia hyemalis</i>	3,3	3,3				0,6	0,6		5,0	3,0		0,2	0,1	0,4	0,4
<i>Miconia langsdorfii</i>	3,3					0,6			4,0			0,2			0,4
<i>Microgramma squamulosa</i>	3,3					0,6			7,0			0,3			0,4
<i>Mimosa gymnas</i>			20,0	13,3			2,2	2,5		47,0	37,0		2,3	2,0	2,3 2,2
<i>Myrcia pulchra</i>	10,0	6,7	10,0	10,0	1,7	1,3	1,1	1,9	72,0	35,0	24,0	3,2	1,6	3,2	2,4 1,4 1,2 2,5
<i>Myrcia venulosa</i>	13,3					2,5			58,0			3,1			2,8
<i>Myrsine umbellata</i>	6,7		3,3	6,7	1,1		0,4	1,3	25,0	1,0	3,0	1,1		0,1	1,1 0,2 0,7
<i>Ocotea tristis</i>	16,7					3,1			87,0			4,6			3,9
<i>Oxypetalum sublanatum</i>	6,7	6,7				1,1	1,3		3,0	2,0		0,1	0,1		0,6 0,7
<i>Panicum sabulorum</i>	10,0					1,9			29,0			1,5			1,7
<i>Paspalum polyphyllum</i>	20,0	6,7	16,7			3,3	1,3	1,9	14,0	10,0	9,0	0,6	0,5	0,4	2,0 0,9 1,2

Especies*	FA				FR				CA				CR				IV			
	VV		GU		VV		GU		VV		GU		VV		GU		VV		GU	
	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR	FR	RR
<i>Paspalum</i> sp.1	3,3				0,4				10,0				0,5				0,4			
<i>Peperonia catharinae</i>		10,0		16,7		1,9		3,1		13,0		23,0		0,6		1,2		1,3		2,2
<i>Periandra mediterranea</i>			80,0	73,3			9,0	13,6			282,0	190,0				14,0	10,1		11,5	11,8
<i>Persea alba</i>	3,3				0,6				20,0				1,1				0,8			
<i>Pleopeltis lepidopteris</i>	50,0	30,0			8,3	5,8			181,0	54,0			8,0	2,5			8,2	4,2		
<i>Schizachyrium tenerum</i>			10,0				1,1				12,0				0,6					0,9
Poaceae sp.1	3,3				0,6				2,0				0,1				0,4			
Poaceae sp.2	3,3				0,4				2,0				0,1				0,2			
Poaceae sp.3	6,7				0,7				3,0				0,1				0,4			
Poaceae sp.4	3,3				0,4				1,0				0,0				0,2			
Poaceae sp.7	3,3				0,6				2,0				0,1				0,4			
<i>Portulaca mucronata</i>	3,3				0,6				2,0				0,1				0,3			
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	36,7	16,7	20,0	3,3	6,1	3,2	2,2	0,6	27,0	15,0	6,0	1,0	1,2	0,7	0,3	0,1	3,7	2,0	1,3	0,3
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	6,7	16,7			1,1	3,2			6,0	72,0			0,3	3,3			0,7	3,3		
<i>Rhipsalis dissimilis</i>		10,0		20,0		1,9		3,7		32,0		46,0		1,5		2,4		1,7		3,1
<i>Rhynchospora globosa</i>	3,3		10,0		0,6		1,1		5,0		3,0		0,2		0,1		0,4		0,6	
<i>Serpocaulon vacillans</i>	6,7	36,7		16,7	1,1	7,1		3,1	7,0	88,0		26,0	0,3	4,0		1,4	0,7	5,6		2,2
<i>Sinningia canescens</i>	10,0				1,9				8,0				0,4				1,2			
<i>Sinningia</i> sp.1	3,3				0,6				10,0				0,5				0,6			
<i>Sisyrinchium restioides</i>	10,0				1,1				5,0				0,2				0,7			

Espécies*	FA						FR						CA						CR						IV					
	VV			GU			VV			GU			VV			GU			VV			GU			VV			GU		
	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	FR	RR	FR	RR	FR	RR
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>			10,0		10,0				1,1		1,9				4,0		9,0				0,2		0,5					0,7		1,2
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i>	40,0	26,7				6,7		5,2				110,0		85,0					4,9		3,9				5,8		4,5			
<i>Smilax campestris</i>	3,3					0,6						8,0							0,4						0,5					
<i>Stevia leptophylla</i>	16,7					2,8						15,0							0,7						1,7					
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3,3	6,7				0,6		1,3				15,0		40,0					0,7		1,8				0,6		1,6			
<i>Symphyopappus cuneatus</i>	33,3	33,3	30,0	10,0	10,0	5,6	6,5	3,4	1,9	3,4	1,9	62,0	83,0	27,0	11,0				2,7	3,8		1,3	0,6		4,1	5,1	2,4	1,2		
<i>Tibouchina frigidula</i>	3,3					0,6						15,0							0,7						0,7					
<i>Tibouchina hatschbachii</i>			3,3		6,7				0,4		1,2			20,0	65,0						1,0		3,5				0,7	2,3		
<i>Tibouchina martialis</i>	13,3					1,5						27,0							1,3						1,4					
<i>Tillandsia crocata</i>		6,7			16,7			1,3		3,1			6,0		34,0				0,3						0,8		2,4			
<i>Tillandsia stricta</i>	3,3					0,6						15,0							0,7						0,6					
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	26,7					4,9						79,0							4,2						4,6					
<i>Trachypogon spicatus</i>	23,3		23,3			3,9			2,6			57,0		14,0					2,5			0,7			3,2		1,7			
<i>Tradescantia cerinthoides</i>	6,7					1,1						6,0							0,3						0,7					
<i>Tradescantia cerinthoides</i>	3,3					0,6						2,0							0,1						0,4					
<i>Trichantheum cyanescens</i>	20,0		33,3	10,0	3,3				3,7	1,9		9,0		23,0	27,0				0,4			1,1	1,4		1,9		2,4	1,6		
<i>Urochloa decumbens</i>	10,0	3,3				1,7	0,6					22,0	48,0						1,0	2,2					1,3	1,4				
<i>Vernonanthura crassa</i>	6,7		13,3	10,0	1,1				1,5	1,9		31,0		20,0	30,0				1,4			1,0	1,6		1,2		1,2	1,7		
<i>Vitex megapotamica</i>	3,3					0,6						12,0							0,5						0,5					
<i>Vriesea friburgensis</i>	10,0	13,3			13,3	1,7	2,6				2,5	47,0	60,0		33,0				2,1	2,7		1,8			1,9	2,7		2,1		

CAPÍTULO 2ⁱⁱ

4 Fenologia reprodutiva da vegetação dos campos rupestres do Sul do Brasil

Adriane R. Silva, Santiago E. Velazco, Jorge Iarmul, Anna L. P. Andrade, Franklin Galvão & Marta R. B. Carmo

Silva A. R. (corresponding author, drica.rivers@gmail.com)¹

Velazco S. E. (sjevelazco@gmail.com)¹

Iarmul J. (jorgeiarmull@hotmail.com)²

Andrade A. L. P. (annnaluiza@yahoo.com.br)¹

Galvão F. (fgalvao@ufpr.br)¹

Carmo M. R. B. (mrcarmo@uepg.br)³

¹ Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná. Av. Lothário Meissner, 3400 - Jardim Botânico - Campus III, 80210-170 - Curitiba, PR, Brasil.

² Pós-Graduação em Biologia Evolutiva, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4.748, 84030-900, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

³ Departamento de Biologia Geral, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Av. Carlos Cavalcanti, 4748 Uvaranas - Campus Uvaranas, 84030-900 - Ponta Grossa, PR, Brasil.

ⁱⁱ Este capítulo segue as normas da Revista *Journal of Vegetation Science* disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/16541103/homepage/forauthors.html>.

Resumo

Questões: i) A fenologia das espécies que ocorrem em ambientes rupestres em diferentes feições tem relação com as variáveis meteorológicas? ii) A floração e frutificação das espécies que ocorrem em ambientes rupestres sob diferentes regimes climáticos apresentam sazonalidade? iii) Os períodos de maior atividade e intensidade das fenofases reprodutivas das espécies que ocorrem nas diferentes feições dos campos rupestres são similares? iv) Qual é a estratégia de floração e frutificação predominante nas diferentes feições ao longo das estações do ano? v) As estratégias de dispersão dos diásporos mudam ao longo das estações climáticas nas diferentes feições?

Localização: Parque Estadual de Vila Velha (VV) (25°15'02"S, 49°59'59"O) localizado no município de Ponta Grossa e o Parque Estadual do Guartelá (24°39'10"S, 50°15'25"O) município de Tibagi.

Metodologia: As observações fenológicas foram realizadas em duas feições dos campos rupestres, no período de dois anos, seguindo duas metodologias, o índice de atividade e percentual de intensidade de Fournier. As espécies foram agrupadas por estratégias de floração, frutificação e dispersão dos diásporos. A relação entre a riqueza de espécies que apresentaram as fenofase de floração e frutificação e as variáveis meteorológicas de temperatura, precipitação, e umidade relativa foi realizada por meio de modelos lineares generalizados assumindo uma distribuição de Poisson. A sazonalidade foi determinada pelo teste de Rayleigh (Z). Para verificar a concentração dos eventos em cada período, foi calculado o comprimento do vetor médio (r).

Resultados: A maior atividade e intensidade das fenofases de floração e frutificação ocorrem predominantemente nos meses de fevereiro e março, período em que foram registradas as temperaturas médias mais elevadas, sendo esta a variável que apresenta relação significativa positiva para as fenofases reprodutivas. No entanto, a sazonalidade das fenofases se mostrou muito baixa. As estratégias de floração predominante nas fraturas foram às subanuais e nos relevos ruiformes as anuais. Já as estratégias de frutificação foram similares em ambas as feições, prevalecendo as anuais. O modo de dispersão dos

diásporos não muda ao longo das estações climáticas, mas apresenta distinções quanto aos picos de atividade, que ocorrem em períodos com médias de temperaturas mais elevadas.

Conclusão: Este estudo permitiu conhecer o comportamento fenológico reprodutivo das comunidades vegetais dos campos rupestres da região dos Campos Gerais.

Palavras-chave: Vegetação rupestre; Sul do Brasil; Diásporos; Campos sulinos; Campos Gerais, Análise circular; Arenito Furnas; Arenito Itararé; Clima temperado.

Nomenclatura: Magalhães (1966) para Campo rupestre; APG IV (2016) para Angiospermas.

Abreviações:

VV: Parque Estadual de Vila Velha

GU: Parque Estadual do Guartelá

UCs: Unidades de Conservação

FR: Fraturas

RR: Relevos runíformes

Título abreviado: Fenologia reprodutiva dos campos rupestres

4.1 Introdução

Estudos fenológicos são importantes ferramentas para a conservação e manejo de espécies nativas e ameaçadas (Oliveira 2008) e muitos trabalhos, principalmente concentrados nas regiões tropicais, tanto em fisionomias florestais (Fournier 1974; Newstrom et al. 1994; Morellato et al. 2010), como em paisagem de savana e campestre (Mantovani & Martins 1988, Díaz et al. 1994; Batalha et al. 1997; Batalha; Munhoz & Felfili 2005; Tannus et al. 2006; Conceição et al. 2007; Oleques et al. 2017) vêm contribuindo para o entendimento sobre as relações com os fatores abióticos e bióticos e as interações entre plantas e animais.

Os estudos realizados nas regiões tropicais, em fisionomias rupestres, vêm revelando um padrão sazonal, em que os picos de floração ocorrem geralmente na estação chuvosa e de frutificação na estação seca, e esses eventos, via de regra, apresentam uma baixa sincronia (Conceição et al. 2007; Garcia 2007; Le Stradic 2012; Belo et al. 2013; Antunes 2013). No entanto, nas regiões subtropicais do país, as informações sobre o padrão fenológico da vegetação rupestre ainda são incipientes (Luz 2011; Silva 2014), ou restritos a uma família botânica (Maia 2013).

No Brasil as formações rochosas com presença de vegetação campestre, ocorrem do Sul ao Nordeste do país (Moura et al. 2011) e compartilham características em comum, como altitudes superiores a 900 metros (Giulietti & Pirani 1988), volume de solo variável (Moura et al. 2011), exposição a um alto grau de insolação, vento restrições hídricas (Giulietti et al. 1997; Porembski et al. 1998). Apesar disso, estas áreas estão sob regimes climáticos diferentes, propiciando o estabelecimento de uma cobertura vegetal distinta, mesmo em áreas muito próximas, em consequência também da própria variação de microhabitats, o que resulta em uma elevada variação na diversidade de espécies e alto grau de endemismo (Giulietti et al. 1997). Estudos fenológicos nas comunidades destas áreas rupestres estão concentrados predominantemente, em ambientes de clima tropical na região Sudeste (Conceição et al. 2007; Garcia 2007; Le Stradic 2012; Antunes 2013).

Os campos rupestres subtropicais, localizados no Sul do Brasil, devido à geologia e a geomorfologia da região, propiciam condições para o aparecimento de feições singulares. Particularmente no estado do Paraná, na região denominada Campos Gerais (Maack 1948), há uma expressiva ocorrência de afloramentos rochosos que são representadas por macro

feições da paisagem (escarpas, cânions e morros testemunhos), meso e micro feições derivadas de processos erosivos atuantes sobre os arenitos (Formação Furnas e Grupo Itararé) (Melo et al. 2007).

Conhecer o comportamento reprodutivo dessas comunidades subtropicais pode contribuir, no detalhamento dos processos envolvidos em sua estrutura, sazonalidade e no comportamento da vegetação frente às variações ambientais dessas áreas rupestres, que vem sendo descaracterizadas pela contaminação biológica de espécies exóticas e encontram-se sobre forte ameaça de redução de suas áreas de preservação permanente.

Portanto, espera-se que o padrão fenológico dessas regiões apresente uma alta sazonalidade e uma relação significativa para a variável meteorológica temperatura, pois a região não apresenta estação seca definida, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com verão quente e úmido e inverno rigoroso.

Neste sentido, este estudo teve por objetivo caracterizar a fenologia das espécies fanerogâmicas dos campos rupestres subtropicais, procurando responder as seguintes questões: i) A fenologia das espécies que ocorrem em ambientes rupestres em diferentes feições tem relação com as variáveis meteorológicas? ii) A floração e frutificação das espécies que ocorrem em ambientes rupestres sob diferentes regimes climáticos apresentam sazonalidade? iii) Os períodos de maior atividade e intensidade das fenofases reprodutivas das espécies que ocorrem nas diferentes feições dos campos rupestres são similares? iv) Qual é a estratégia de floração e frutificação predominante nas diferentes feições ao longo das estações do ano? v) As estratégias de dispersão dos diásporos mudam ao longo das estações climáticas nas diferentes feições?

4.2 Material e métodos

4.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação (UCs), o Parque Estadual de Vila Velha (VV) e o Parque Estadual do Guartelá (GU), ambos inseridos na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná – Brasil, com uma distância de aproximadamente 110 km entre as UCs.

O VV localizado no município de Ponta Grossa (25°12'34"S e 50°03'37"W) compreende 3.803 ha, a uma altitude de 800 a 1.068 m s.n.m. O clima é do tipo Cfb

(Koeppen 1948), representando um clima úmido e temperado, com precipitação média anual de 1.554 mm (Caramari 2004). Os meses de janeiro e fevereiro são os mais quentes do ano (média mensal 21,4°C), enquanto julho é o mais frio (média mensal 13,8°C). As geadas concentram-se entre maio e agosto, tendo, em média, mais de cinco geadas por ano (Caramari 2004). O VV apresenta relictos de vegetação campestre e capões de Floresta Ombrófila Mista (Maack 2002). As áreas de vegetação rupestre do parque são relictos preservados, com 72 ha, em altitudes de 1000 a 1015 m s.n.m, sobre as formações do arenito Itararé (Carbonífero - Permiano) (Melo 2006).

O GU está localizado no município de Tibagi (24°39'10"S e 50°15'25"W), totalizando uma área de 789,97 ha, em altitudes de 800 a 1200 m s.n.m. O clima da região é do tipo Cfa (Koeppen 1948), representando um clima subtropical, com verão quente, sob influência indireta do clima Cfb, sendo as médias anuais entre 20 a 21°C no parque (Cruz 2007). A precipitação média anual encontra-se entre 1.400 e 1600 mm. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro e, junho e julho os mais frios. A vegetação do GU é caracterizada pela Estepe gramíneo-lenhosa e Savana arborizada e áreas restritas de Floresta Ombrófila Mista (Veloso et al. 1991). Os campos rupestres dominam a fisionomia do GU, compreendendo uma área de 172,8 ha (Carmo 2006), e ocorrem exclusivamente sob o Arenito Furnas (Devoniano Inferior) (Melo 2002).

4.2.2 Coleta e análise dos dados

O levantamento dos dados foi realizado em duas feições dos campos rupestres sendo elas: a) Fraturas (FR) é qualquer descontinuidade plana ou subplana, delgada em uma direção em comparação às outras duas e formadas por esforço externo, como por exemplo, os tectônicos, ou esforço interno, sendo este, térmico ou residual. As fraturas representam descontinuidades nas propriedades mecânicas e deslocamentos físicos nos locais onde as rochas são rompidas, e a redução ou perda de coesão caracterizam a maioria das fraturas (Fossen 2010); b) Relevos runíformes (RR), são esculturas singulares que variam de milímetros a dezenas de metros. Este relevo de exceção origina-se do processo erosivo das águas meteóricas promovendo a dissolução da rocha, por meio de juntas, fraturas e planos de estratificação. Formam-se inicialmente sulcos e caneluras, posteriormente lapiás e

finalmente torres, pináculos, fendas e labirintos, apresentando um relevo de aspecto desfeito (Melo et al. 2002; Melo 2006; Melo et al. 2011).

Para o levantamento fenológico foram alocadas, em cada UC, 30 parcelas permanentes de 1×1 m nas FR e nos RR, dispostas duas a duas, com distância mínima de 10 metros entre cada parcela, totalizando uma amostragem de 120 m².

As observações fenológicas foram realizadas na terceira semana de cada mês pelo período de dois anos (maio de 2015 a abril de 2017), mediante monitoramento de todos os indivíduos fanerogâmicos presentes no interior de cada parcela. Com o intuito de obter informações distintas e complementares sobre o comportamento fenológico das comunidades, este estudo seguiu duas metodologias, conforme proposto por Bencke & Morellato (2002), sendo elas: Índice de Atividade, o qual considera a ausência ou a presença das fenofases em cada um dos indivíduos, além de estimar a sincronia entre eles, levando-se em conta que quanto maior o número de indivíduos manifestando a fenofase ao mesmo tempo, maior é a sincronia; e Percentual de Intensidade de Fournier (1974), que permite quantificar a fenofase utilizando uma escala de 0 a 4, onde: 0, é a ausência da fenofase; 1, presença da fenofase com magnitude de 1% a 25%; 2 entre 26% e 50%; 3 entre 51% e 75% e 4 entre 76% e 100%. A intensidade foi calculada para cada mês avaliado, onde se fez a soma dos valores de intensidade obtidos para cada espécie em cada uma das parcelas, e dividiu-se pelo valor máximo de Fournier, que pode ser alcançado por todas as espécies amostradas (número de vezes que a espécie ocorreu multiplicada por quatro). O valor obtido, que corresponde a uma proporção, foi multiplicado por 100, para transformá-lo em um valor percentual, com intuito de verificar qual era o mês de maior intensidade para cada uma das fenofases avaliadas.

Os eventos fenológicos analisados para cada espécie no interior de cada parcela foram: floração (indistintamente a presença de flores em botão ou antese) e frutificação (indistintamente a presença de frutos imaturos, maduros ou prontos para serem dispersos).

As espécies foram agrupadas por estratégias de floração a partir da adaptação da terminologia usada por Newstrom et al. (1994), sendo elas: Tipo I. Contínua (C): os indivíduos florescem de forma constante ou quase constante durante o ano todo; Tipo II. Subanual (SB): caracterizada pela ocorrência de múltiplas fases de floração durante o ano, cada uma delas separada por fases sem flor de duração variável; a previsibilidade da

ocorrência da floração é baixa; Tipo III. Anual (A): florações que ocorrem anualmente, na mesma época e a previsibilidade é alta; Tipo IV. Supra Anual (SP): o intervalo entre duas florações é superior a um ano. Baseado nos mesmos critérios, as espécies foram agrupadas segundo suas estratégias de frutificação. Para a eventual presença de indivíduos jovens no interior das parcelas, que não floresceram, foram considerados como “não observado” (NO), e para as espécies que ocorreram no interior das parcelas por período inferior a um ano e/ou afetada por herbívora foram consideradas “deficientes de dados” (DI).

No que se refere aos modos de dispersão dos diásporos, as espécies foram classificadas em anemocóricas (ANE) (dispersão pelo vento), autocóricas (AUT) (dispersão pela gravidade ou de forma explosiva) e zoocóricas (ZOO) (dispersão por animais), conforme proposto por Pijl (1982), e ainda desconhecida (DESC), considerando a falta de evidência da adaptação de seu vetor de dispersão.

Todo material botânico em fase reprodutiva foi herborizado (Fidalgo & Bononi 1984) e posteriormente identificado por comparação com exsicatas do Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa (HUPG) e por consulta à bibliografia especializada. A grafia do nome das espécies e seus autores foram atualizados mediante consultas à base de dados do programa REFLORA (Flora do Brasil 2020), seguindo o sistema de classificação APG IV (2016) para Angiospermas.

Os dados meteorológicos foram fornecidos mensalmente, pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, da estação meteorológica mais próxima, de cada uma das UCs (Coordenadas das estações meteorológicas: VV 25°0'51.06"S e 50°9'8.74"O e do GU 24°20'22.09"S e 50°36'39.70"O). Foram considerados os dados para o intervalo entre uma avaliação e outra, de precipitação acumulada mensal (mm), e às médias mensais, para as variáveis de umidade relativa (%) e temperatura (°C).

A relação entre frequências de espécies em floração e frutificação e as variáveis meteorológicas (precipitação, umidade relativa e temperatura) foram realizadas por meio de modelos lineares generalizados assumindo uma distribuição de Poisson. Foi empregado o teste de Wald para avaliar a significância das variáveis preditoras (isto é, as variáveis meteorológicas).

Foi empregada a estatística circular para caracterizar e analisar os padrões de riqueza de floração e frutificação ao longo de um ano. Foram considerados os valores

médios do índice de atividade de cada espécie avaliados durante os dois anos. Para esta análise os meses foram convertidos em ângulos de 0° a 360° , onde cada mês é representado por um intervalo de 30° , sendo atribuído o valor de 15° para o início do mês de janeiro, onde foi calculado o ângulo médio, indicando o período de ocorrência de uma determinada fenofase ao longo do ano (Morellato et al. 2000). A sazonalidade dos eventos fenológicos foi determinada pelo teste de Rayleigh (Z) a 95% de confiança. Para verificar a concentração dos eventos em cada período, indicando o grau de sazonalidade, foi calculado o comprimento do vetor médio, também conhecido como coeficiente de concentração (r) (Morellato et al. 2000; Talora & Morellato 2000). Valores do teste Z indicam se um evento apresenta ou não sazonalidade. O grau da sazonalidade é evidenciado pelo coeficiente r, sendo que, valores iguais a 0 indicam ausência de sazonalidade, enquanto que, valores mais próximos de 1 maior sazonalidade (Morellato et al. 2000). Foram comparados os padrões fenológicos entre UCs e feições, assim como, entre padrões de síndrome de dispersão e estratégias de floração e frutificação. Deste modo, foram comparados os ângulos médios de dois padrões fenológicos por meio do teste de Wallraff (Wallraff 1979) a 95% de confiança. As análises foram realizadas no software R v. 3.4.1 (R Core Team 2017) com auxílio do pacote circular.

4.3 Resultados

4.3.1 Variáveis meteorológicas

Durante o período de estudo, no VV, considerando o intervalo entre as avaliações, a maior precipitação acumulada foi em fevereiro de 2016 (288 mm) e a menor em março de 2017 (55,4 mm). O mês com temperatura média mais elevada foi de fevereiro de 2016 ($22,54^{\circ}\text{C}$) e a mais baixa foi em junho de 2016 ($12,52^{\circ}\text{C}$). A umidade relativa nos meses de agosto e outubro de 2015 obtiveram a maior e a menor porcentagem de umidade relativa respectivamente (86,73% e 73,77%) (Figura 1-A).

Para o GU os maiores e menores volumes de precipitação foram registrados no ano de 2015, nos meses de agosto e setembro (339 e 45,2 mm respectivamente). A maior média de temperatura foi em janeiro de 2017 ($23,59^{\circ}\text{C}$) e a menor em junho de 2016 ($13,25^{\circ}\text{C}$). A maior média de umidade relativa foi registrada em agosto de 2015 (89,55%) e a menor em novembro de 2016 (75,70%) (Figura 1-B).

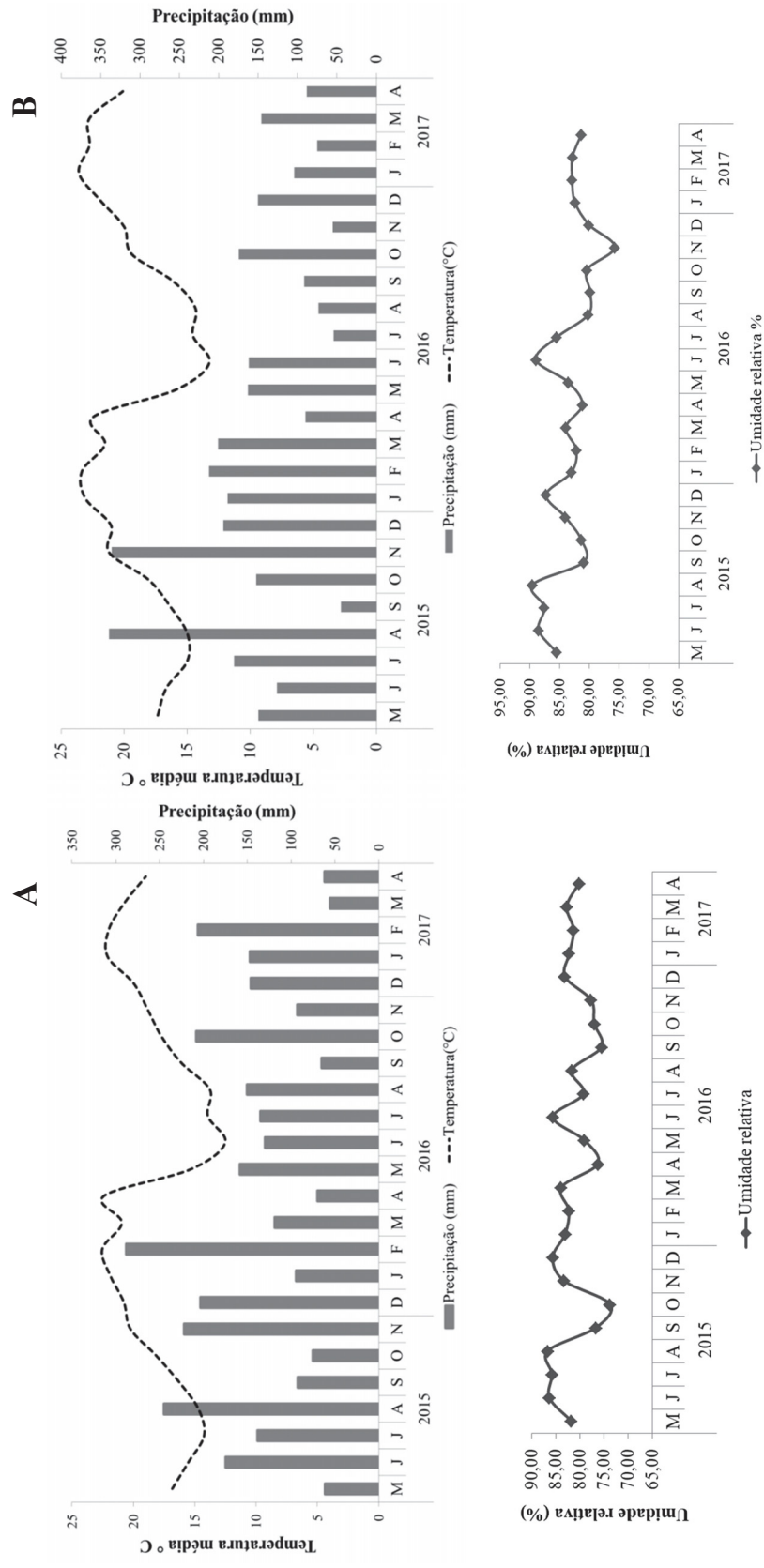


Figura 1. Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), no período de maio de 2015 a abril de 2017, do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná (A) e do Parque Estadual do Guartelá, Tibagi, Paraná (B). Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR.

4.3.2 Fenologia

No decorrer de dois anos de avaliação fenológica foram monitoradas 96 espécies nas diferentes feições das UCs (Tabela 1). Deste total, 69 espécies foram encontradas no GU, sendo avaliadas 52 nas FR e 33 nos RR. No VV foram avaliadas um total de 48 espécies, sendo 38 nas FR e 34 nos RR. As espécies comuns entre as UCs representaram apenas 21,87% (21) do total.

Nas diferentes feições estudadas das UCs, predominaram espécies herbáceas (53), seguidas de indivíduos subarbustivos (19), sendo que arbustos (14) ou árvores (9) apareceram ocasionalmente, e ainda uma espécie de liana.

Em relação às variáveis meteorológicas e a fenologia da comunidade, com o teste de Wald, foi possível constatar, que de maneira geral, a temperatura foi a variável que apresentou relação significativa para as fenofases de floração e frutificação. No entanto, as espécies dos RR de ambas as UCs, não apresentaram relação entre as frequências mensais de espécies em floração e as variáveis meteorológicas (Tabela 2).

Tabela 1. Lista de espécies amostradas no estudo fenológico no período de maio de 2015 a abril de 2017 em diferentes feições dos campos rupestres no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná, Brasil. UC: Unidade de Conservação; F: Feição; RR: Relevos runíformes; FR: Fraturas; SD: Síndrome de dispersão; Aut: Autocórica; Ane: Anemocórica; Zoo: Zoocórica; Desc: desconhecida; H: Hábito; Ev: Erva; Subar: Subarbusto; Arb: Arbusto; Arv: Árvore; L: Liana; HUPG: Número tomo no Herbário da Universidade Estadual de Ponta Grossa; COL: espécie coletada e não identificada; FC: espécie não coletada devido ausência de indivíduos reprodutivos fora da parcela.

Família	Espécies	UC	F	SD	H	HUPG
Amaryllidaceae	<i>Hippeastrum psittacinum</i> Herb.	GU/VV	RR	Aut	Ev	FC
Apocynaceae	<i>Oxypetalum sublanatum</i> Malme	VV	FR/RR	Ane	Subar	21292/21305
Aquifoliaceae	<i>Ilex asperula</i> Reissek	GU	FR	Zoo	Arb	21283
Arecaceae	<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze	VV	FR	Zoo	Ev	FC
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	VV	FR/RR	Zoo	Ev	FC
	<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.	VV	FR	Ane	Ev	21582
	<i>Baccharis reticularia</i> DC.	VV	FR/RR	Ane	Arb	21303/21897
	<i>Baccharis</i> sp.1	VV	FR	Ane	Ev	Col
Asteraceae	<i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker	GU/VV	FR/RR	Ane	Subar	21499/21296
	<i>Chromolaena congesta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.	VV	FR	Ane	Subar	21580/21883
	<i>Chromolaena palmaris</i> (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	GU	FR	Ane	Subar	21495/21888
	<i>Grazielia multifida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	GU	FR	Ane	Ev	21422
	<i>Inulopsis scaposa</i> (DC.) O.Hoffm	GU	FR	Ane	Ev	21421
	<i>Praxelis sanctopaulensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	GU/VV	FR/RR	Ane	Subar	21284/21911

<i>Richterago radiata</i> (Vell.) Roque	GU	FR	Ane	Ev	21915
<i>Stenocephalum megapotamicum</i> (Spreng.) Sch.Bip.	GU	FR	Ane	Subar	21906
<i>Stevia leptophylla</i> Sch.Bip. ex Baker	VV	FR	Ane	Ev	21584/21887
<i>Stevia</i> sp.1	GU	FR	Ane	Ev	FC
<i>Symphopappus cuneatus</i> (DC.) Sch.Bip. ex Baker	GU/VV	FR/RR	Ane	Subar	21497//21892
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H.Rob.	GU/VV	FR/RR	Ane	Arb	21285/21880
Asteraceae sp.1	GU	FR	Ane	Ev	Col
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.	GU/VV	FR/RR	Zoo	Ev	FC
<i>Dyckia tuberosa</i> (Vell.) Beer	GU	FR/RR	Ane	Ev	21248
<i>Tillandsia crocata</i> (E.Morren) Baker	GU/VV	RR	Ane	Ev	21420/21885
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.	GU	RR	Ane	Ev	FC
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.	VV	FR	Ane	Ev	21247/21901
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez	GU/VV	FR/RR	Ane	Ev	21487
<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.	GU	RR	Zoo	Arb	FC
<i>Rhipsalis dissimilis</i> (G.Lindb.) K.Schum.	GU/VV	RR	Zoo	Ev	21252
<i>Tradescantia cerinthoides</i> Kunth	VV	FR/RR	Aut	Ev	FC
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	GU/VV	FR/RR	Aut	Ev	21500/21895
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	GU	RR	Aut	Ev	21267/21417
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	GU	FR	Aut	Ev	21269
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	GU	FR/RR	Aut	Ev	21268/21265
<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	GU/VV	FR/RR	Aut	Ev	21415

Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus albo-vaginatus</i> Silveira	GU	FR	Ane	Ev	21447
Euphorbiaceae	<i>Croton serpyllifolius</i> Baill.	GU	FR	Aut	Subar	FC
Fabaceae	<i>Chamaecrista cathartica</i> (Mart.) H.S.Irwin & Barneby	GU	FR	Aut	Subar	21271/21429
	<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i> (H.S.Irwin) H.S.Irwin & Barneby	GU	FR/RR	Aut	Subar	FC
	<i>Mimosa gymnas</i> Barneby	GU	FR/RR	Aut	Subar	21264
	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	GU	FR/RR	Aut	Subar	21263
Gesneriaceae	<i>Sinningia canescens</i> (Mart.) Wiehler	VV	RR	Aut	Ev	21402
	<i>Sinningia</i> sp.1	GU	RR	Aut	Ev	FC
Iridaceae	<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	GU	FR	Aut	Ev	21277/21437
	<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	GU	FR/RR	Aut	Ev	21427
	<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.	VV	FR/RR	Aut	Ev	21295
Lamiaceae	<i>Hypenia macrantha</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Harley	GU	FR	Aut	Subar	21411
	<i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth.	GU	RR	Aut	Ev	21909
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	VV	FR	Zoo	Arv	21293
Lauraceae	<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.	VV	FR	Zoo	Arv	FC
	<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez	GU	RR	Zoo	Arv	21254
	<i>Persea alba</i> Nees & Mart.	GU	RR	Zoo	Arv	21253
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	GU	FR	Zoo	Subar	21279/
	<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied.	GU	FR	Zoo	Arb	21280
Melastomataceae	<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.	VV	RR	Zoo	Arb	FC
	<i>Leandra lacunosa</i> Cogn.	GU/VV	FR/RR	Zoo	Arb	21433/21491

	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	GU	FR/RR	Zoo	Arb	21249/21275
	<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin	VV	FR	Zoo	Arb	FC
	<i>Miconia paucidens</i> DC.	VV	RR	Zoo	Arb	FC
	<i>Tibouchina dubia</i> Cogn.	VV	RR	Zoo	Arb	21488
	<i>Tibouchina hatschbachii</i> Wurdack	GU	FR/RR	Zoo	Arb	21250/21274
	<i>Tibouchina martialis</i> (Cham.) Cogn.	GU	FR	Zoo	Arb	FC
Myrtaceae	<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	GU/VV	FR/RR	Zoo	Arv	21278/21409
	<i>Myrcia venulosa</i> DC.	GU	RR	Zoo	Arv	21573
Orchidaceae	<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.	GU/VV	FR/RR	Ane	Ev	21266/21886
Orobanchaceae	<i>Esterhazyia splendida</i> J.C.Mikan	GU/VV	FR	Aut	Subar	21270/21299
Piperaceae	<i>Peperomia catharinae</i> Miq.	GU/VV	RR	Zoo	Ev	21419
Poaceae	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	VV	FR/RR	Aut	Ev	21501/21291
	<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlms.	GU/VV	FR/RR	Ane	Ev	21558/21904
	<i>Chloris gayana</i> Kunth	VV	FR	Ane	Ev	21579/21884
	<i>Dichanthelium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark	GU	RR	Ane	Ev	FC
	<i>Paspalum maculosum</i> Trin.	VV	FR	Aut	Ev	Col
	<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	GU/VV	FR/RR	Aut	Ev	21588/21889
	<i>Paspalum</i> sp.1	GU	FR	Ane	Ev	FC
	<i>Schizachyrium tenerum</i> Nees	GU	FR	Ane	Ev	22018
	<i>Setaria vulpiseta</i> (Lam.) Roem. & Schult.	VV	RR	Ane	Ev	21581/21900
	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	GU/VV	FR	Ane	Ev	21494

	<i>Trichanthecium cyanescens</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone	GU/VV	FR/RR	Ane	Ev	21496/21891
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D. Webster	VV	FR/RR	Ane	Ev	21898
	Poaceae sp.1	VV	RR	Ane	Ev	FC
	Poaceae sp.2	GU	FR	Ane	Ev	FC
	Poaceae sp.3	GU	FR	Ane	Ev	Col
	Poaceae sp.4	GU	FR	Desc	Ev	Col
	Poaceae sp.5	GU	FR	Desc	Ev	Col
	Poaceae sp.6	GU	FR	Desc	Ev	FC
	Poaceae sp.7	GU	RR	Desc	Ev	Col
Portulacaceae	<i>Portulaca mucronata</i> Link	VV	FR	Ane	Ev	21287
Primulaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	GU/VV	FR/RR	Zoo	Arv	21492/21309
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	VV	FR/RR	Zoo	Arv	21286
	<i>Borreria poaya</i> (A.St.-Hil.) DC.	GU	FR	Aut	Subar	21272
Rubiaceae	<i>Borreria suaveolens</i> G. Mey.	GU	FR	Aut	Subar	FC
	<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze	GU	FR/RR	Zoo	Subar	21251/21914
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> Griseb.	GU	RR	Zoo	L	21255
	<i>Calibrachoa ericifolia</i> (R.E.Fr.) Wijsman	GU	FR	Zoo	Subar	21282
Solanaceae	<i>Calibrachoa parensis</i> (Dusén) Wijsman	VV	FR/RR	Zoo	Arb	21294/21896
Indeterminada	Indeterminada sp.1	GU	FR	Desc	Arv	FC

Tabela 2. Teste de Wald entre as variáveis meteorológicas e a riqueza de espécies que apresentaram as fenofase de floração e frutificação nos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. UC: Unidade de conservação.

UC	Fenofase	Feição	Variável	Valor estimado	Erro padrão	Z ^p valor	
GU	Floração		Temperatura	0.089	0.022	3.982 ***	
			Fraturas	Precipitação	-0.018	0.034	-0.537 ns
			Umidade	0.034	0.022	1.523 ns	
		Relevos ruiniformes	Temperatura	0.037	0.023	1.590 ns	
			Precipitação	0.06	0.035	1.724 ns	
			Umidade	-0.004	0.023	-0.158 ns	
	Frutificação		Temperatura	0.125	0.028	4.439 ***	
			Fraturas	Precipitação	-0.021	0.041	-0.518 ns
			Umidade	-0.009	0.026	-0.321 ns	
		Relevos ruiniformes	Temperatura	0.126	0.027	4.726 ***	
			Precipitação	-0.036	0.039	-0.932 ns	
			Umidade	-0.004	0.025	-0.15 ns	
VV	Floração		Temperatura	0.089	0.022	3.982 ***	
			Fraturas	Precipitação	-0.018	0.034	-0.537 ns
			Umidade	0.034	0.022	1.523 ns	
		Relevos ruiniformes	Temperatura	0.037	0.023	1.590 ns	
			Precipitação	0.06	0.035	1.724 ns	
			Umidade	-0.004	0.023	-0.158 ns	
	Frutificação		Temperatura	0.125	0.028	4.439 ***	
			Fraturas	Precipitação	-0.021	0.041	-0.518 ns
			Umidade	-0.009	0.026	-0.321 ns	
		Relevos ruiniformes	Temperatura	0.126	0.027	4.726 ***	
			Precipitação	-0.036	0.039	-0.932 ns	
			Umidade	-0.004	0.025	-0.150 ns	

Não significativo: (ns) $p > 0,05$; significativo para * $p < 0,05$; **0,01; ***0,001.

A comparação entre os ângulos para as fenofases reprodutivas, entre UCs para as diferentes feições e entre as mesmas feições para as diferentes UCs, não possuem diferenças significativas ($p > 0,05$) a partir do teste de Wallraff. Diante deste resultado, as análises circulares das fenofases reprodutivas de floração e frutificação, estratégias de floração e síndromes de dispersão, foram representadas pelas médias das fenofases observadas ao longo do período avaliado (Tabela 3).

Tabela 3. Comparações entre os ângulos dos padrões fenológicos entre Unidades de Conservação (UCs) e as diferentes feições e entre as mesmas feições e UCs, pelo teste de Wallraff, para as fenofases reprodutivas, do período de maio de 2015 a abril de 2017. VV: Parque Estadual de Vila Velha; GU: Parque Estadual do Guartelá; FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Teste de Wallraff		
UCs e Feições	Floração	Frutificação
GU_FRxRR	0.579 (ns)	0.217 (ns)
VV_FRxRR	0.663 (ns)	0.280 (ns)
FR_GUxVV	2.271 (ns)	2.674 (ns)
RR_GUxVV	1.431 (ns)	4.169 (ns)

Não significativo: (ns) $p > 0,05$; significativo para $*p < 0,05$; $**0,01$; $***0,001$.

Durante todo o período avaliado, foi possível observar a presença de espécies com flores e frutos, com destaque para as espécies *Calea parvifolia* e *Epidendrum secundum*, comuns a ambas UCs e feições.

O pico de atividade de floração se manteve em ambas as UCs e feições, ocorrendo no mês de fevereiro. Já o período com de menor atividade de floração variou entre as feições (Figura 2-A). Os resultados das análises estatísticas circulares mostram que o ângulo médio só não foi significativo para a fenofase de floração nos RR do GU ($p > 0,05$). No entanto, apesar das espécies das FR de ambas as UCs e dos RR do VV, apresentarem uma sazonalidade significativa, ela pode ser considerada muito baixa, ou seja, apresentaram uma baixa concentração de espécies florescendo em torno do ângulo médio, onde o maior valor r foi de 0,262 para as FR do VV (Apêndice S1).

Em relação à fenofase de frutificação, os picos ocorreram imediatamente após a floração, o que corresponde ao mês de março para as feições do GU e para os RR do VV, e nas FR ocorreu em fevereiro. O decréscimo mais acentuado na frutificação das FR do GU ocorreu no mês de agosto e no VV em junho. Nos RR do GU foi em julho e no VV em maio (Figura 2-B).

A partir dos resultados obtidos com a estatística circular para a fenofase de frutificação, nota-se que as espécies avaliadas em ambas as UCs e feições apresentam uma baixa sazonalidade, sendo que nas FR e nos RR do VV, foram observados os maiores valores no comprimento do vetor médio (r : 0,262 e r : 0,260) (Apêndice S2).

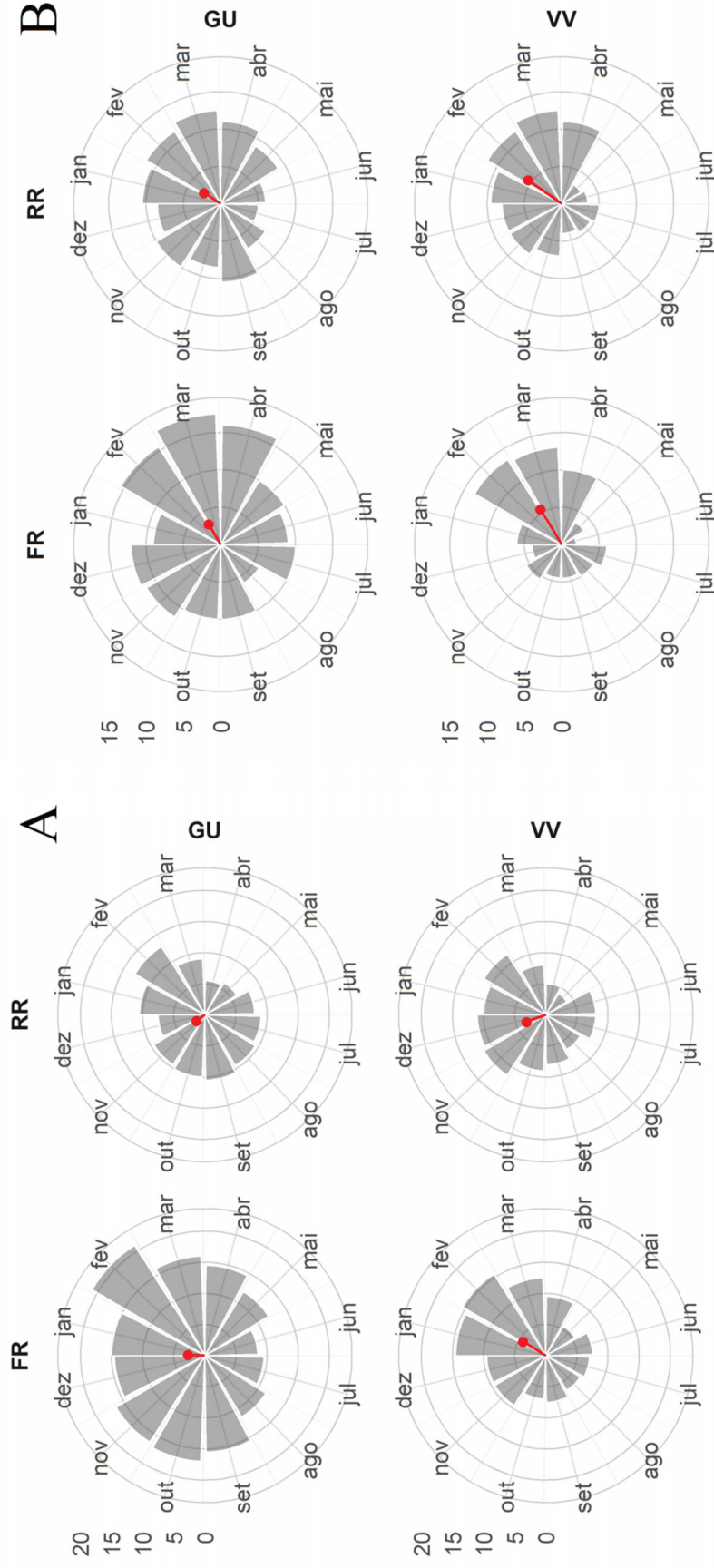


Figura 2. Histogramas circulares com os índices de atividade, para a média das fenofase de floração (A) e frutificação (B), das espécies avaliadas no período de maio de 2015 a abril de 2017, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos ruínicos. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia.

Em relação aos picos de intensidade (Figura 3), as espécies observadas nas FR do GU apresentaram o mesmo padrão nos dois anos de observação, tanto para floração como para frutificação, sendo que, o pico de espécies floridas ocorreu em fevereiro (ano I: 14% e ano II: 19,34%) e as que frutificaram em março (ano I: 6,08% e ano II: 12,99%).

As FR de VV só diferiram em relação aos picos intensidade de floração, pois no ano I, o pico de floração ocorreu em março (19,04%) e no ano II em fevereiro (24,33%), já a frutificação ocorreu em março para os dois anos de observação (ano I: 13,2% e ano II: 10,95%).

Nos RR do VV durante o ano I a intensidade de floração e a frutificação tiveram seus picos em novembro (FL: 16,8% e FT: 10,76%) e no ano II foi em fevereiro (FL: 19,71% e FT: 14,75). O RR do GU foi a feição que apresentou as maiores distinções entre os anos. Sendo que no ano I a floração ocorreu em maio (12,65%) e a frutificação em setembro (12,95%). No ano II a floração foi em fevereiro (24,33%), e a frutificação em março (10,95%).

Ao comparar os resultados dos índices de atividade e de intensidade, as espécies das feições do GU, apresentaram os mesmos padrões nos picos observados, mas a fenofase não é necessariamente manifestada, por todos os indivíduos, ou seja, apenas alguns indivíduos apresentam a fenofase com maior intensidade (Apêndice S3).

Para o VV, nas FR de maneira geral, o pico de intensidade ocorre posteriormente ao pico de atividade, e nos RR a maior porcentagem de espécies floridas ocorreu em novembro e dezembro, e a maior intensidade foi observada somente para o mês de novembro. Já a frutificação se comporta de maneira contrária, o pico de intensidade, ocorre no mês que antecede o pico de atividade.

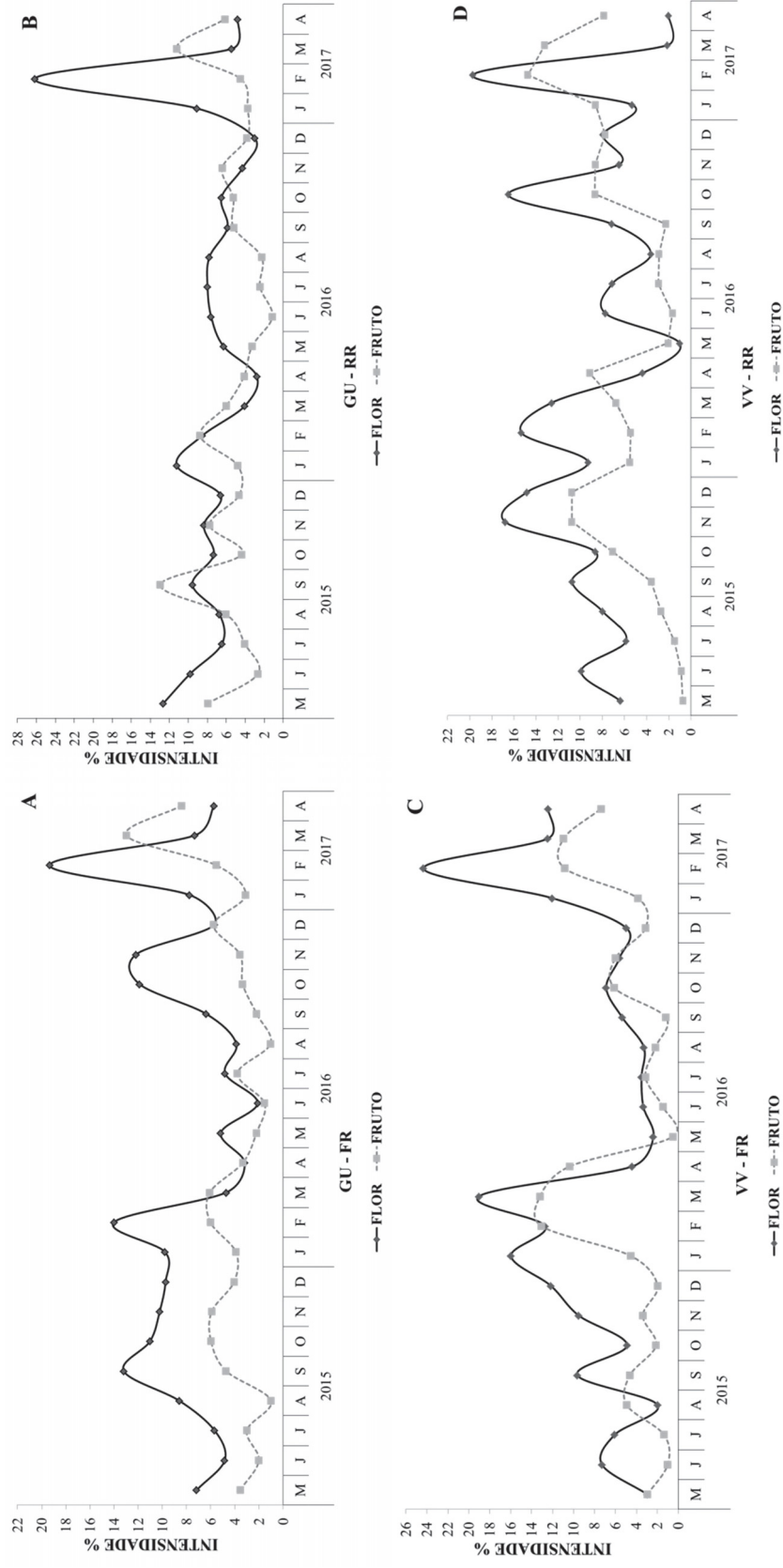


Figura 3. Porcentagem de intensidade de floração e frutificação das espécies amostradas no Parque Estadual do Guartelá (GU) (A e B) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV) (C e D) em diferentes feições dos campos rupestres. FR: fraturas; RR: relevos rupestres.

Algumas espécies, não foram observadas reprodutivas, sendo que um percentual maior não frutificou em relação às aquelas que não floresceram nas diferentes feições de ambas as UCs (Tabela 4). Algumas dessas espécies foram representadas por indivíduos jovens de hábitos arbóreos e/ou arbustivos, tais como, *Myrsine umbellata*, *Cinnamomum sellowianum* e *Miconia paucidens*, ou ainda, por indivíduos herbáceos que foram afetados por herbívora.

Tabela 4. Porcentagem (%) de espécies que não foram observadas reprodutivas nos campos rupestres do Parque Estadual do Guartelá (GU) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV) no período de maio de 2015 a abril de 2017. FR: fraturas; RR: Relevos runíformes.

GU				VV			
FR		RR		FR		RR	
Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto
21,15%	32,7%	18,2%	24,2%	15,8%	29%	15,1%	18,2%

O padrão de floração (Figura 4-A) e frutificação (Figura 4-B) com maior porcentagem nas UCs e nas feições foi do tipo anual, apresentando as maiores porcentagens para os RR, sendo representados por 51,51% (17 espécies) e 42,42% (14) para estratégias de floração e frutificação no GU e no VV respectivamente. As estratégias de frutificação supra-anuais apresentaram porcentagens maiores das que as observadas para floração, em ambas as UCs e feições (GU – FR 21,15% (11), RR 15,15% (5); VV 23,68% (9), 12,12 (4)).

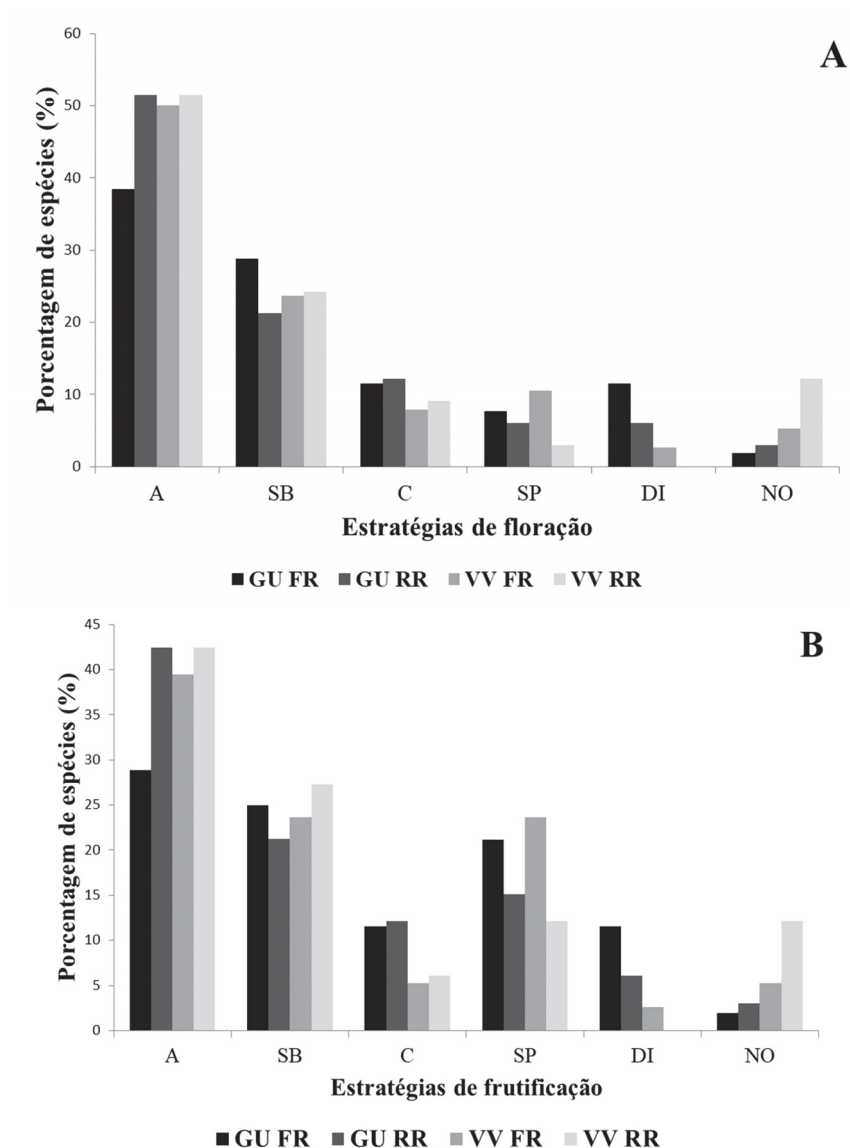


Figura 4. Porcentagem das estratégias de floração (A) e frutificação (B) das espécies amostradas nas diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual do Guartelá (GU) e no Parque Estadual de Vila Velha (VV), na região dos Campos Gerais do Paraná. A: Anuais; SB: Subanuais; C: Contínuas; SP: Supra-anuais; DI: deficiente de dados; NO: não observado; FR: fraturas; RR: relevos ruiformes.

Em relação à estratégia de floração predominante, ao longo das estações do ano, nas FR as subanuais se destacaram, tendo seu pico observado no mês de janeiro (Figura 5-A), no entanto, os resultados da estatística circular, mostram que esta estratégia apresenta uma baixa sazonalidade, com valor de r : 0,251. Nos RR são as anuais que são observadas com maior expressividade ao longo das estações. Observa-se que o ângulo médio não foi significativo ($p > 0,05$) para as estratégias de floração contínuas de ambas as feições, e para as espécies subanuais dos RR (Apêndice S4).

Já a estratégia de frutificação, são as anuais, predominante ao longo das estações do ano, de ambas as feições, tendo o pico de maior atividade, observado no mês de março (Figura 5-B). Sendo o maior comprimento do vetor observado nos RR (r : 0,374). O ângulo médio não foi significativo (Z : $p > 0,05$) para as estratégias de frutificação contínuas de ambas das feições e para as subanuais dos RR. No entanto, como o já observado para as estratégias de floração, a sazonalidade também se mostrou muito baixa, para as feições que obtiveram valores significativos de Z (Apêndice S5).

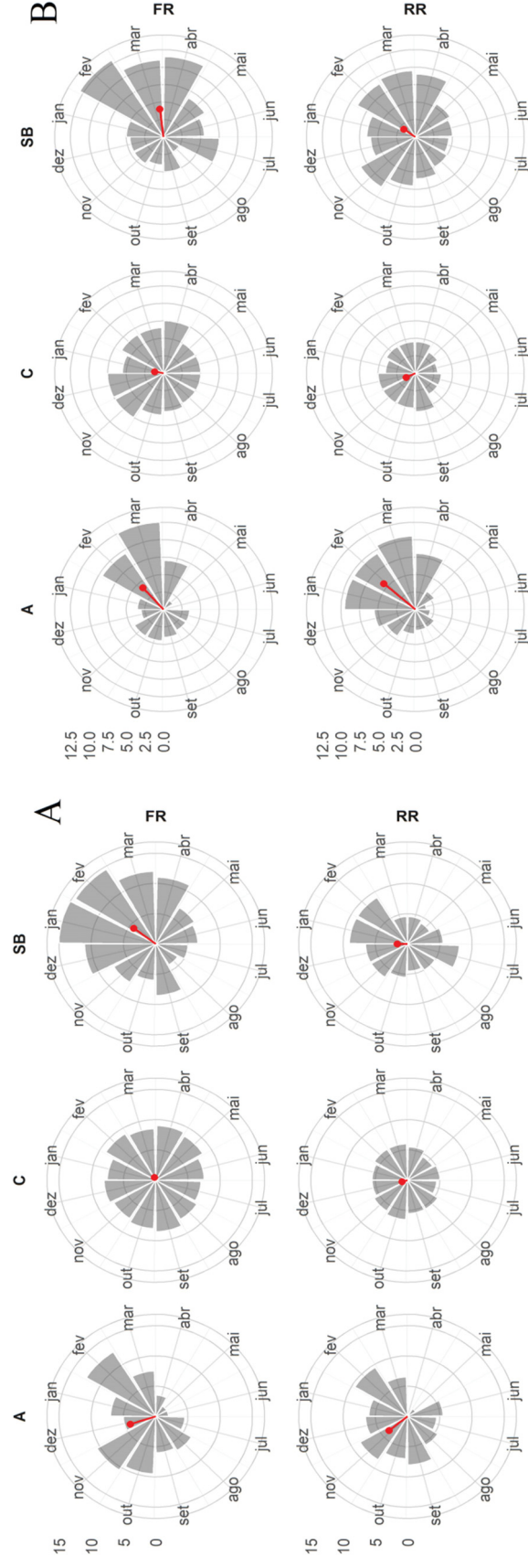


Figura 5. Histogramas circulares das estratégias de floração (A) e frutificação (B) das espécies avaliadas no período de maio de 2015 a abril de 2017, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos ruinfornes; A: anual; C: Contínua; SB: Subanual. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia.

Em relação ao modo de dispersão dos diásporos, 38,54% (37 espécies) apresentam síndrome de dispersão pelo vento (anemocoria), representadas predominantemente por espécies herbáceas, seguidas pelas zoocóricas 30,20% (29), espécies arbustivas e arbóreas, autocóricas 26,04% (25), herbáceas e subarbustivas, e as desconhecidas que representam 5,20% (5). No GU/FR as anemocóricas e autocóricas representam 42,30% (22 espécies cada), zoocóricas 23,07% (12) e as desconhecidas 7,69% (4), nos RR predominaram as zoocóricas com 42,42% (14), seguidas pelas anemocóricas e autocóricas com 36,36% representadas por 12 espécies para cada síndrome. Já no VV nas FR e nos RR predominaram as anemocóricas com 50% (19 espécies) e 42,42% (14) respectivamente, seguidas pelas zoocóricas 28,94% (FR-11) e 36,36% (RR-12) e autocóricas 21,05% (FR-8) e 24,24% (RR-8).

Ao longo das estações climáticas, foram observadas as três estratégias de dispersão dos diásporos, no entanto, o pico de atividade foi observado algumas distinções. O pico de atividade das espécies anemocóricas, tanto nas FR como nos RR, e autocóricas das FR, foi no mês de março. Já no RR, as autocóricas foram observadas em três períodos distintos, nos meses de fevereiro, outubro e dezembro, e as zoocóricas nas FR com pico em novembro e fevereiro e nos RR no mês de janeiro (Figura 6).

Apesar de somente as espécies com síndromes de dispersão autocórica, de ambas as feições, não serem sazonais ($Z: p > 0,05$), as zoocóricas e anemocóricas de ambas as feições ($Z: p < 0,05$) apresentam uma sazonalidade muito baixa, onde o maior valor de r observado foi para as anemocóricas das FR ($r: 0,355$) (Apêndice S6).

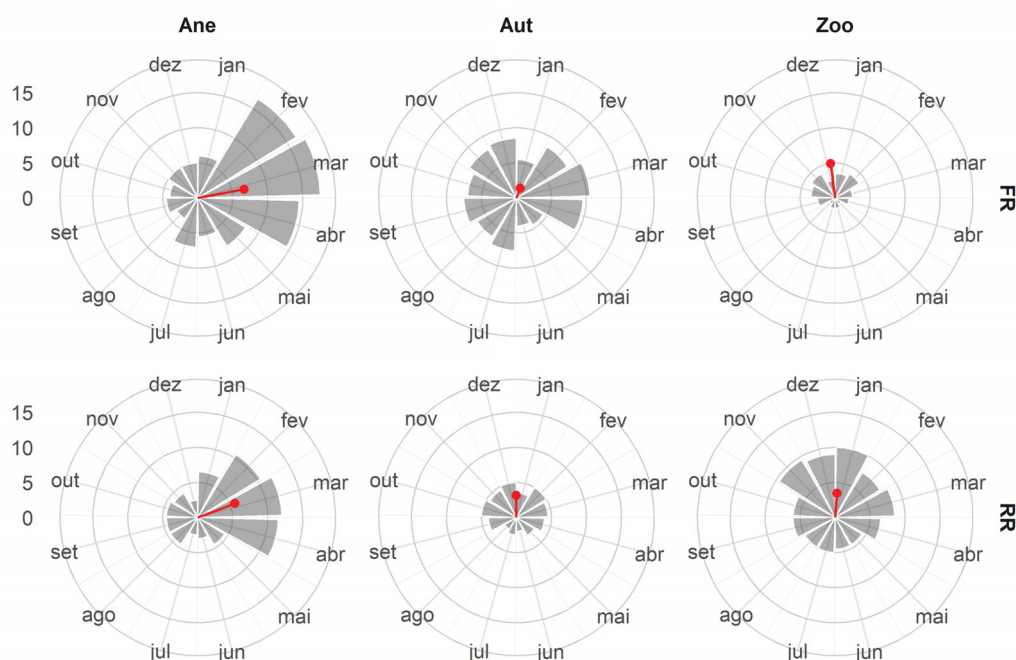


Figura 6. Histogramas circulares das estratégias das síndromes de dispersão das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos campos Gerais do Paraná. Ane: anemocóricas; Aut: autocóricas; Zoo: zoocóricas; FR: fraturas; RR: relevos runíformes. A direção do vetor médio indica o ângulo médio e a amplitude do vetor médio indica a sincronia das síndromes de dispersão.

4.4 Discussões

Com este estudo, foi possível observar padrões fenológicos ainda pouco conhecidos para os campos rupestres subtropicais no Sul do Brasil e constatar que a variável meteorológica de temperatura possui relação com a fenologia das comunidades avaliadas. A constante presença de espécies em estágio reprodutivo durante todos os meses do ano, pode estar contribuindo para o fornecimento contínuo de recursos para a fauna local e regional.

Embora as diferentes feições rupestres dos campos avaliados apresentarem padrões de riqueza e diversidade distintos (Silva et al. 2018 – artigo submetido ver Cap. 1), o padrão da fenologia reprodutiva da comunidade, parece estar sendo influenciado pela

variável meteorológica de temperatura. Portanto, embora apresentem uma composição florística distinta, o comportamento fenológico observado entre as UCs e feições é predominantemente similar.

Ainda que os índices de atividade e de intensidade, de modo geral, apresentem padrões similares nos picos observados entre as diferentes feições, foi possível constatar que a riqueza de espécies (índice de atividade) em floração ou frutificação, nem sempre é um bom indicativo, do volume de flores ou de frutos produzidos (intensidade), como pode ser observado, por exemplo, com *Periandra mediterranea* presente em ambas as feições do GU, embora esta espécie tenha apresentado flores e frutos em praticamente todo o período avaliado, a intensidade desses eventos, foi predominante, de 1 a 25%. Ou ainda, podem ocorrer variações na intensidade das fenofases de um ano para o outro, conforme pode ser observado com *Baccharis reticularia* nas FR do VV, onde no primeiro ano de avaliação a intensidade da fenofase no mês de junho foi de 76 a 100%, já no segundo ano foi de 1 a 25% no mesmo período. Deste modo, a utilização em conjunto destas metodologias, para comunidades campestres e outras fitofisionomias, fornece informações distintas e complementares sobre o comportamento fenológico da comunidade, conforme o que foi constatado por Heideman (1989) e Bencke & Morellato (2002) para espécies florestais. Portanto, em várias espécies é possível observar a presença de flores todos os anos, mas ocorre uma variação entre os anos na quantidade de flores produzidas (Newstrom et al. 1994).

Os picos de atividade e intensidade de floração e frutificação ocorreram normalmente nos meses de maiores temperaturas, com decréscimo acentuado no número de espécies floridas com a diminuição da temperatura. De maneira geral, este resultado corrobora com os observados em áreas rupestres e em outras fitofisionomias campestres subtropicais da região Sul do Brasil (Luz 2011; Maia 2013; Silva 2014), diferentemente dos resultados dos campos rupestres tropicais que apresentam maior correlação com a precipitação (Conceição et al. 2007; Garcia 2007; Le Stradic 2012; Antunes 2013), já que a temperatura tem pouca oscilação no decorrer das estações na região sudeste do Brasil. No entanto, o pico de frutificação não vai de encontro, com os das áreas rupestres da região sul (Luz 2011; Silva 2014), sendo mais semelhante aos observados por Silva (2014) para as áreas de campo seco e de campo úmido. Porém, espécies da família Melastomataceae

avaliadas no GU (Maia 2013) apresentaram o mesmo padrão aos observados neste estudo, com picos frutificação em março. Tais diferenças podem estar relacionadas às variações meteorológicas locais e/ou do período observado em outros estudos, disponibilidade de visitantes florais e dispersores.

A variável meteorológica temperatura, que apresentou predominante relação significativa com os eventos fenológicos reprodutivos, já vem sendo apontada como significativa em espécies campestres nativas paranaenses (Biondi et al. 2007; Martini et al. 2010) e para as comunidades campestres da região dos Campos Gerais (Luz 2011; Silva 2014).

O pico de floração dos RR do VV observado em fevereiro e novembro, para os índices de atividade e intensidade foram no mesmo período que ocorrem as maiores médias de pluviosidade (especialmente no primeiro ano de monitoramento). Tais correlações já foram observadas em espécies herbáceas de cerrado no Brasil Central (Batalha & Martins 2004) e na região Sudeste (Munhoz & Felfili 2005). No entanto, a floração das espécies avaliadas nos RR do GU e do VV não apresentou uma relação significativa para as variáveis meteorológicas consideradas neste estudo. Portanto, outras variáveis abióticas ou bióticas devem estar influenciando nos picos de floração nesta feição de ambas as UCs.

Nas diferentes UCs e feições, os padrões fenológicos reprodutivos de maneira geral, apresentaram uma sazonalidade muito baixa e conseqüentemente uma baixa sincronia. Esses resultados são similares aos observados para os campos rupestres tropicais (Garcia 2007; Antunes 2013; Le Stradic 2014), que apesar de apresentarem um clima sazonal, não foi encontrada uma sincronia alta nos eventos fenológicos.

Entre as feições, foram observadas variações na fenologia das espécies. Essas variações entre áreas podem estar ligadas a fatores como, grau de umidade do solo, diferenças nas formas de vida, na composição florística (Ramirez 2002), e ainda distintos microclimas entre as áreas (Antunes 2013). Essas variações também foram observadas em estudos fenológicos realizados em três fitofisionomias campestres da região dos Campos Gerais (Silva 2014), nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em MG (Le Stradic 2012) e em áreas de cerrado (Mantovani & Martins 1988; Batalha et al. 1997; Batalha & Mantovani 2000; Batalha & Martins 2004; Tannus et al. 2006).

As diferenças observadas nas porcentagens de floração e frutificação além de terem sido representadas por alguns indivíduos que não atingiram a fase reprodutiva, podem estar sugerindo padrões supra-anuais de floração e frutificação, ou ainda, pode indicar baixos níveis de reprodução sexual entre essas espécies, ressaltando a importância da reprodução vegetativa em formações rochosas (Biedinger et al. 2000). Esta diferença pode estar ainda relacionada a fatores distintos, tais como, a influência das condições meteorológicas, afetando o início e a duração das fases de desenvolvimento de uma planta (Larcher 1986), o aborto floral (Bawa & Webb 1984), e a presença de polinizadores, dispersores e predadores (Janzen 1976) e ainda, uma estratégia adaptativa, com reservas economizadas evitando assim o ataque de herbívoros ou parasitas que dependem da sincronia de floração de certas espécies (Mantovani & Martins 1988). Tais variações corroboram aos observados nos campos rupestres da região dos Campos Gerais (Luz 2011; Silva 2014) e em áreas de cerrado na região Sudeste do país (Mantovani & Martins 1988).

A estratégia de floração e frutificação anual, predominante entre as feições das UCs, corrobora com os resultados obtidos em comunidades rupestres da região Sudeste, (Garcia 2007; Le Stradic 2014), e ainda em estudos realizados a nível populacional (Dutra et al. 2005; Coelho & Machado 2009). No entanto, a maior parte das espécies tropicais não apresenta, efetivamente, padrões anuais de floração, sendo que muitas espécies podem florescer todo ano, mas a quantidade de flores produzidas em certos anos é tão reduzida, que ela não contribui de maneira eficaz com recursos para a comunidade (Newstrom et al. 1994). Sendo o mesmo considerado para os padrões anuais de frutificação, conforme constatado por Pirani et al. (2009), em espécies arbóreas do Cerrado, onde algumas espécies produziram poucos frutos, o que na prática, podem não estar contribuindo de maneira tão efetiva para a fauna, o que ressalta a importância de avaliar a intensidade das fenofases reprodutivas das espécies em uma comunidade.

O fato dessas áreas rupestres, terem uma predominância de espécies com estratégias de floração e frutificação contínuas e não apresentarem uma sazonalidade significativa pode estar relacionado com a presença de populações assíncronas (Newstrom et al. 1994). Em estudos realizados nos campos rupestres dos Campos Gerais (Luz 2001; Maia 2013; Silva 2014), estas estratégias já foram observadas, indo de encontro também com as regiões tropicais do país, como ao estudo realizado com bromélias na região Sudeste (Marques &

Lemos-Filho 2008), e na região Nordeste (Santana & Machado 2010). Essa estratégia garante a permanência dos seus polinizadores ao longo do ano, assegurando que os primeiros indivíduos de uma espécie, ao florirem, terão seu polinizador disponível (Santana & Machado 2010).

A maior expressividade de espécies de síndrome de dispersão anemocórica em regiões tropicais está geralmente associada às áreas de vegetação mais abertas (Gottsberger & Silberbauer-Gottsberger 1983; Oliveira & Moreira 1992), com predomínio de espécies das famílias Asteraceae e Poaceae, que são beneficiadas por esta síndrome. Tais famílias são apontadas por caracterizarem os campos paranaenses (Hatschbach & Moreira Filho 1972; Cervi et al. 2003; Carmo 2006; Cervi et al. 2007; Dalazoana et al. 2007, Kozera et al. 2009; Dalazoana & Moro 2011; Silva et al. 2016), tal qual foi observado neste estudo, sendo que juntas, estas famílias representam 30,20% do total de espécies. Este padrão vai de encontro com os observados em áreas rupestres subtropicais (Carmo 2006; Luz 2011; Silva 2014) e aos observados para áreas de campo rupestre do Brasil Central (Miranda et al. 2005) e na região Nordeste (Conceição et al. 2007), e para áreas de cerrado na região sudeste (Mantovani & Martins 1988; Batalha et al. 1997).

Ao comparar as síndromes de dispersão entre as UCs, a exceção foi os RR do GU, onde as zoocóricas foram mais representativas, sendo estas, importante em áreas tropicais, devido aos processos de interação planta-animal, indicando que existe disponibilidade de alimento para a fauna de pequeno porte, demonstrando que os processos de dispersão por animais podem estar ocorrendo (Abrahamson & Taylor 2011) e sendo, um mecanismo eficiente na disseminação de genes de espécies vegetais (Pijl 1982). Esta representatividade é justificada, devido à presença de indivíduos de hábito arbóreo, representados especialmente pelas famílias Lauraceae e Myrtaceae e ainda por cactáceas que ocorrem predominantemente nessas feições. Esse padrão não é comumente observado em áreas de campo rupestre (Miranda et al. 2005; Luz 2011; Antunes 2013; Silva 2014) e em componente herbáceo subarbustivo em áreas de cerrado (Batalha et al. 1997). As espécies zoocóricas são observadas em maior expressividade em componentes arbustivos e/ou arbóreos em áreas de cerrado (Batalha et al. 1997; Batalha & Martins 2004; Lenza & Klink 2006; Tannus et al. 2006) e em áreas de cerrado rupestre (Stefanello et al. 2009). No entanto, em estudo realizado por Oliveira et al. (2014) em uma área de cerrado no Brasil

central, obteve resultados similares no componente herbáceo-arbustivo. Tais observações, vão de encontro ao que foi proposto por Silva et al. (2018 artigo submetido – ver capítulo 1), que as áreas dos RR do GU se assemelham as fisionomias de cerrado rupestre.

Apesar de não serem distintas as estratégias de dispersão ao longo das estações climáticas, os picos ocorrem em períodos em que as temperaturas são mais elevadas, sendo evidente um declínio acentuado para todas as estratégias de dispersão a partir do mês de maio, período que ocorre queda nas temperaturas médias, o que pode ser apontado pela relação significativa para a variável meteorológica de temperatura. Ressalta-se ainda, uma grande expressividade de espécies com síndromes de dispersão anemocóricas nas FR, o que demonstra a importância desse mecanismo de dispersão de sementes ao longo as estações, nos campos rupestres da região.

4.5 Conclusão

Neste estudo foi possível constatar que: i) a fenologia reprodutiva da comunidade dos campos rupestres apresenta relação significativa com a temperatura; ii) os padrões fenológicos reprodutivos de maneira geral, apresentaram uma sazonalidade muito baixa; iii) Os índices de atividade e de intensidade, via de regra, apresentaram os mesmos padrões nos picos observados nas diferentes feições; iv) as estratégias de floração predominante nas FR foram às subanuais e nos RR as anuais. Já as estratégias de frutificação, foram similares em ambas as feições, prevalecendo as anuais; v) os modos de dispersão dos diásporos não mudam ao longo das estações climáticas, mas apresentam distinções quanto aos picos de atividade, que ocorrem em períodos com médias de temperaturas mais elevadas.

4.6 Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela Bolsa concedida à primeira autora, à Pró Reitoria de Extensão e Assuntos Culturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa - PROEX/UEPG pelo apoio logístico. Ao geólogo Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães pela identificação das feições rochosas e as estagiárias Talita de Lima e Ethieny Meni pelo apoio nas saídas de campo.

Referências

- Abrahamson, W. G. & Taylor, T. N. 2011. *Plant-animal interactions*. [S. I.]: McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology.
- APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181(1): 1-20.
- Antunes, D. S. 2013. *Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.
- Batalha, M.A., Aragaki, S. & Mantovani, W. 1997. Variações fenológicas das espécies do Cerrado em Emas (Pirassununga, SP). *Acta Botanica Brasilica* 11: 61-78.
- Batalha, M.A. & Mantovani, W. 2000. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparasion between herbaceous and wood floras. *Revista Brasileira de Biologia* 60(1): 129-145.
- Batalha, M.A. & Martins, F.R. 2004. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park. *Australian Journal of Botany* 52 (2): 149-16.
- Bawa, K. S. & Webb, C. J. 1984. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. *American Journal of Botany*, 71 (5)736-751.
- Belo, R.M., Negreiros, D., Fernandes, W., Silveira, F.A.O, Ranieri, B.D. & Morelato, P.C. 2013. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. *Rodriguésia* 64 (4): 817-828.

Bencke, C.S.C. & Morellato, L.P.C. 2002. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. *Brazilian Journal of Botany*, 25(3): 269-275.

Biedinger, N., Porembski, S. & Barthlott, W. 2000. Vascular plants on inselbergs: vegetative and reproductive strategies. In: Inselbergs Porembski, S. & Barthlott, W (eds.) *Ecological Studies*, pp.117-142. Springer-Verlag, Berlin.

Biondi, D., Leal, L. & Batista, A. 2007. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, Maringá, 29 (3): 269-276.

Caramari, P.H. 2004. Climatologia. In: *Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha*, pp.136-174. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Carmo, M.R.B. 2006. *Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná*. Ph.D. thesis. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP.

Carmo, M.R.B., Luz, P. M. & Lima, B.N.S. 2014. A vegetação rupestre. In: Gealh, A.M. & Melo, M.S. (Orgs.) *Rio São João, Carambei, PR: fonte de vida, cuidados devidos*, pp. 101-110. Ponta Grossa: Ed. UEPG.

Cervi, A.C., Schwartz, E.A. & Guimarães, O.A. 2003. Levantamento florístico de um campo do Primeiro Planalto Paranaense. Curitiba - Paraná, Brasil. *Sellowia* 53-55: 29 -50.

Cervi, A.C., Linsingen, L.V., Hatschbach, G. & Ribas, O.S. 2007. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. *Boletim do Museu Botânico Municipal* 69: 1-52.

Coelho, A.G. & Machado, C.G. 2009. Fenologia reprodutiva de *Prepusa montana* Mart. (Gentianaceae) em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 32: 405-410.

Conceição, A.A., Funch, L.S. & Pirani, J.R. 2007. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. *Revista Brasileira de Botânica* 30: 475-485.

Cruz, G.C.F. 2007. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB. (eds.) *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*, pp. 59-72. Ponta Grossa: Ed. UEPG.

Dalazoana, K., Silva, M.A. & Moro, R.S. 2007. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 577-695

Dalazoana, K. & Moro, R.S. 2011. Riqueza específica em áreas de campo nativo impactada por visitação turística e pastejo no Parque Nacional dos Campos Gerais, Pr. *Floresta* 41: 387-396.

Díaz, S., Acosta, A & Cabido, M. 1994. Grazing and the phenology of flowering and fruiting in a montane grassland in Argentina: niche approach. *OIKOS* 70: 287-295.

Dutra, V. F., Messias, M. C. T. B. & Garcia, F. C. 2005. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenologia. *Revista Brasileira de Botânica*, 28 (3): 493-504.

Fidalgo, O. & Bononi, V.L.R. 1984. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico*. São Paulo: Instituto de Botânica.

Flora do Brasil 2020 em construção. *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 20 Jul. 2017.

Fossen, H. 2010. *Structural Geology*. Cambridge University. Press, Cambridge.

Fournier, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24: 422-423.

Garcia, L. C. 2007. *Fenologia de espécies da canga em Barão de Cocais, quadrilátero ferrífero de Minas Gerais*. Dissertação. Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG.

Garcia, Q. S., Jacobi, C.M. & Ribeiro, B.A. 2007. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 451-456.

Giulietti, A.M. & Pirani, J.R. 1988. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: Vanzolini, P.E. & Heyer, W.R. (org.) *Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns*, pp. 39-69. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências.

Giulietti, A.M., Pirani, J.R. & Harley, R.M. 1997. Espinhaço range region: eastern Brazil. In: Davis, S.D., Herrera-MacBryde, V.H.H., Villa-Lobos, J. & Hamilton, A.C. (eds.) *Centre of plants diversity: a guide and strategy for their conservation*, pp. 397-404. World Wildlife Fund/World Conservation Union, Cambridge, UK.

Gottsberger, G. & Sillberbauer-Gottsberger, I. 1983. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. *Sonderband des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg* 7: 315-352.

Hatschbach, G. & Moreira-Filho, H. 1972. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha (Estado do Paraná-Brasil). *Boletim da Universidade Federal do Paraná* 28: 1-53.

Heideman, P.D. 1989. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. *Journal of Tropical Ecology* 77:1059-1079.

Janzen, D. H. 1976. Seeding patterns of tropical trees. In: Tommilinson, P. B. & Zimmermann, M. H. (eds.) *Tropical trees as living systems*, pp. 88-128. Cambridge: Cambridge University.

Koeppen, W. 1948. *Climatologia*. Cidade do México, Fundo de Cultura Econômica.

Kozera, C., Kuniyoshi, I.S., Galvão, F. & Curcio, G.R. 2009. Composição florística de uma formação pioneira com Influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. *Floresta* 39: 309-322.

Larcher, W. 1986. *Ecofisiologia vegetal*. EPU. São Paulo.

Le Stradic, S. 2012. *Composition, phenology and restoration of campo rupestre mountain grasslands - Brazil*. Ph.D. thesis. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, FR and Universidade Federal de Minas Gerais, BR.

Lenza, E. & Klink, C.A. 2006. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasileira de Botânica* 29(4): 627- 638.

Luz, P. M. 2011. *Avaliação fenológica da vegetação rupestre na bacia do Rio São João, Carambei, PR*. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Maack R. 1948. Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. *Arquivos de Biologia e Tecnologia* 2: 102-200.

Maack, R. 2002. *Geografia física do Paraná*. 3rd ed. Curitiba, Imprensa Oficial.

Maia, F. R. 2013. *Sistemas reprodutivos e visitantes florais em Melastomataceae dos campos rupestres no limite sul do cerrado, Tibagi, Paraná*. Dissertação de mestrado. Pós-graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Magalhães, G.M. 1966. Sobre os cerrados de Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38: 59-70.

Mantovani, W. & Martins, F. R. 1988. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica*, 11: 101-112.

Martini, A., Biondi, D., Batista, A. C. & Natal, C. M. 2010. Fenologia de espécies nativas com potencial paisagístico. *Semina* 31(1): 75-84.

Marques, A.R. & Lemos-Filho, J.P. 2008. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22(2): 417-424.

Melo, M.S. 2002. Canyon Guartelá. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M. & Berbert-Born, M. (eds.) *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*, pp. 279 -288. Brasília: DNPM.

Melo, M.S. 2006. *Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha*. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

Melo, M.S., Guimarães, G.B., Ramos, A.F. & Prietro, C.C. 2007. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: Melo, M.S., Moro, R.S. & Guimarães, G.B. (eds.) *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*, pp. 49-58. Ponta Grossa: Ed. UEPG.

Melo, M.S., Bosetti, E.P., Godoy, L.C., Pilatti, F. 2002. Vila Velha, PR: impressionante relevo ruiforme. In: Schobbenhaus, C., Campos, D.A., Queiroz, E.T., Winge, M., Berbert-Born, M. (eds.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM-CPRM-SIGEP, p. 269-277.

Melo, M.S., Guimarães, G.B., Pontes, H.S., Massuqueto, L.L., Pigurim, I., Bagatim, H.Q. & Giannini, P.C.F. 2011. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da formação furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. SBE – Campinas, SP. *Espeleo-Tema* 22(1): 81-97.

Miranda, C. S., Batista, M. A., Faria Junior, J. E. Q., Carvalho, P. S. & Santos, M. L. 2005. *Tipologia de frutos e síndromes de dispersão de uma comunidade de campo rupestre no Parque Estadual da Serra dos Pirineus, Goiás. Goiânia: UEG.* http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/en/mentos/sic2005/arquivos/biologicas/tipologia_frutos.pdf. Acesso em: 28 de novembro, 2017.

Morellato, L.P.C., Talora, D.C., Takahasi, A., Bencke, C.C., Romera, E.C. & Zipparro, V.B. 2000. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. *Biotropica* 32: 811-823.

Morellato, L. P. C., Camargo, M.G.G., D'Eça Neves, F.F., Luize, B.G., Mantovani, A. & Hudson, I.L. 2010. The influence of sampling method, sample size, and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in tropical forest trees. In: Hudson, I.L. & Keatley, M. (eds.) *Phenological research: methods for environmental and climate change analysis*, pp. 99-121. Dordrecht, Springer.

Moura, I.O., Ribeiro, K.T. & Takahasi, A. 2011. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. In: Felfili, J.M., Eisenlohr, P.V., Melo, M.M.R.F., Andrade, L.A. & Meira Neto, J.A.A. (eds.) *Fitossociologia no Brasil, métodos e estudos de casos*, pp. 255-294. Viçosa, Ed. UVF.

Munhoz, C.B.R. & Felfili, J.M. 2005. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo, Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(4): 979-988.

Newstrom, L.E., Frankie, G.W., Baker, H.G. & Colwell, R.K. 1994. Diversity of long-term flowering patterns. In: McDade, L.A., Bawa, K.S., Hespenheide, H.A. & Hartshorn, G.S. (eds.) *La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest*, pp.142-160. Chicago University Press, Chicago.

Oleques, S.S., Overbeck, G.E. & Avia Junior, R.S. 2017. Flowering phenology and plant-pollinator interactions in a grassland community of Southern Brazil. *Flora* 229: 141-146.

Oliveira, P.E. 2008. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. & Ribeiro, J.F. (eds.) *Cerrado: ecologia e flora*, pp. 273-287. EMBRAPA, Planaltina, DF.

Oliveira P. E. A. M. & Moreira, A. G. 1992. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília- DF. *Revista Brasileira de Botânica* 15 (2): 163-174.

Oliveira, A. K., Resende, U. M. & Schleder, E. J. D. 2014. Espécies vegetais e suas síndromes de dispersão em um remanescente de cerrado (sentido restrito) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Ambiência*, 10 (2): 565 – 580.

Pijl, V.D.L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. 3 ed. Springer Verlag, New York.

Pirani, F. R., Sanchez, M. & Pedroni, F. 2009. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT. *Acta Botânica Brasilica*, 23 (4): 1096-1109.

Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemuller, R. & Barthlott, W. 1998. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Divers Distributions* 4: 107-119.

Ramirez, N. 2002. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. *American Journal Botany* 89(5):836-842.

Santana, C. S. & Machado, C. G. 2010. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. *Brazilian Journal of Botany* 33(3): 469-477.

Silva, A.R. 2014. *Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

Silva, A. R., Andrade, A.L.P., Velazco, S.E., Galvão, F. & Carmo, M.R.B. 2016. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea* 43(3): 325-347.

Stefanello, D., Fernandes-Bulhão, C. & Martins, S. V. 2009. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do Rio Pindaíba, MT. *Revista Árvore*, 33 (6):1051-1061.

Talora, D.C. & Morellato, L.P.C. 2000. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 13-26.

Tannus, J.L.S., Assis, M.A. & Morellato, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina - SP. *Biota Neotropica* 6: 1-27.

Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE.

Wallraff, H. G. 1979. Goal oriented and compass-oriented movements of displaced homing pigeons after confinement in differentially shielded aviaries. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 5: 201-225.

Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey.

Apêndices

Apêndice S1. Resultados da estatística circular para a fenofase de floração das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Parâmetros estatísticos	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
Observações (N)	343	216	224	201
Ângulo médio (°)	3.872	321.74	32.69	338.17
Comprimento do vetor médio (r)	0.127	0.079	0.202	0.158
Desvio padrão circular	2.03	2.254	1.789	1.922
Teste de Cramer-von Mises	0.265**	0.173**	0.193**	0.153**
Teste de Rayleigh (Z)	0.127**	0.079 (ns)	0.202***	0.158**

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para * $p < 0,05$; **0,01; ***0,001.

Apêndice S2. Resultados da estatística circular para a fenofase de frutificação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Parâmetros estatísticos	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
Observações (N)	273	220	155	175
Ângulo médio (°)	60.24	33.48	60.07	36.33
Comprimento do vetor médio (r)	0.149	0.125	0.262	0.260
Desvio padrão circular	1.951	2.039	1.637	1.641
Teste de Cramer-von Mises	0.225**	0.172**	0.271**	0.191**
Teste de Rayleigh	0.149**	0.125*	0.262***	0.260***

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para * $p < 0,05$; **0,01; ***0,001

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Apêndice S4. Resultados da estatística circular para as estratégias de floração das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Parâmetros estatísticos	Anuais (A)		Contínuas (C)		Subanuais (SB)	
	FR	RR	FR	RR	FR	RR
Observações (N)	153	139	193	132	216	145
Ângulo médio (°)	340.37	319.77	68.79	341.93	37.98	0.8
Comprimento do vetor médio (r)	0.243	0.216	0.03	0.052	0.251	0.094
Desvio padrão circular	1.682	1.749	2.643	2.433	1.662	2.176
Teste de Cramer-von Mises	0.235**	0.158**	0.116**	0.082*	0.188**	0.135**
Teste de Rayleigh	0.243***	0.217**	0.03 (ns)	0.052 (ns)	0.251***	0.094 (ns)

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para $*p < 0,05$; $**0,01$; $***0,001$.

Apêndice S5. Resultados da estatística circular para as estratégias de frutificação das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Parâmetros estatísticos	Anuais (A)		Contínuas (C)		Subanuais (SB)	
	FR	RR	FR	RR	FR	RR
Observações (N)	115	127	145	103	161	163
Ângulo médio (°)	49.51	42.43	12	331.61	84.05	37.32
Comprimento do vetor médio (r)	0.277	0.374	0.079	0.089	0.268	0.127
Desvio padrão circular	1.603	1.402	2.254	2.197	1.622	2.031
Teste de Cramer -von Mises	0.322**	0.172**	0.097**	0.07*	0.186**	0.135**
Teste de Rayleigh	0.277***	0.374***	0.079 (ns)	0.089 (ns)	0.268***	0.127 (ns)

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para $*p < 0,05$; $**0,01$; $***0,001$.

Apêndice S6. Resultados da estatística circular para as estratégias de dispersão dos diásporos das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU) na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. ANE: anemocóricas; AUT: autocóricas; ZOO: zoocóricas; FR: fraturas; RR: relevos runíformes.

Parâmetros estatísticos	ANE			AUT			ZOO		
	FR	RR		FR	RR		FR	RR	
Observações (N)	194	141		175	90		59		164
Ângulo médio (°)	79.52	69.48		21.77	0.463		351.017		4.8
Comprimento do vetor médio (r)	0.355	0.299		0.079	0.165		0.258		0.184
Desvio padrão circular	1.439	1.553		2.252	1.898		1.645		1.841
Teste de Cramer-von Mises	0.301**	0.236**		0.148**	0.077*		0.064**		0.119**
Teste de Rayleigh	0.355***	0.299***		0.079(ns)	0.165(ns)		0.258*		0.184**

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para $*p < 0,05$; $**0,0$

CAPÍTULO 3ⁱⁱⁱ**5 A dinâmica da estrutura da vegetação dos campos rupestres da região dos Campos Gerais do Paraná**

Resumo: Este estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação (UCs) na região dos Campos Gerais, localizada no estado do Paraná, e teve por objetivo avaliar se existem variações na estrutura da comunidade dos campos rupestres ao longo de 12 meses, buscando também discutir se a cobertura e a riqueza das espécies possuem relação com as variáveis meteorológicas locais. Com os resultados do estudo foi possível constatar que: i) a estrutura da comunidade ao longo de um ano, nas diferentes feições dos campos rupestres das diferentes UCs, não apresentaram variações significativas; ii) a riqueza e a cobertura das espécies apresentaram correlação com a variável meteorológica de temperatura; iii) as espécies indicadoras foram: *Borreria suaveolens*, *Croton serpyllifolius*, *Chamaecrista cathartica*, *Chamaecrista ramosa* var. *parvifoliola*, *Grazielia multifida*, *Miconia albicans*, *Borreria poaya*, *Tibouchina martialis*, *Chromolaena palmaris*, *Kyllinga brevifolia*, *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia*, *Ocotea tristis*, *Calea parvifolia*, *Stevia leptophylla*, *Calibrachoa paranensis*, *Serpocaulon vacillans* e *Rhamnus sphaerosperma*.

Palavras-chave: sazonalidade, variáveis meteorológicas, campos sulinos, Sul do Brasil.

ⁱⁱⁱ Este capítulo segue as normas da revista: Floresta e Ambiente – FLORAM, Disponível em: <http://www.scielo.br/revistas/floram/pinstruc.htm>.

**The dynamics of the vegetation structure of the campos rupestres of the Campos
Gerais region of Paraná**

Abstract: This study was carried out in two Conservation Units (UCs) in the Campos Gerais region, located in the state of Paraná, the objective was to check if there are variations in the dynamics and structure of the community of campos rupestres during 12 months, seeking also to discuss if the coverage and richness of the species are related to the local meteorological variables, and which are the indicating species of each of the features and UCs. With the results of the study it was possible to verify that the structure of the community during a year, in the different features of the campos rupestres of the different UCs, does not present significant variations; the species richness and coverage correlate with the meteorological variable of temperature and the indicating species are: *Borreria suaveolens*, *Croton serpyllifolius*, *Chamaecrista cathartica*, *Chamaecrista ramosa* var. *parvifoliola*, *Grazielia multifida*, *Miconia albicans*, *Borreria poaya*, *Tibouchina martialis*, *Chromolaena palmaris*, *Kyllinga brevifolia*, *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia*, *Ocotea tristis*, *Calea parvifolia*, *Stevia leptophylla*, *Calibrachoa paranensis*, *Serpocaulon vacillans* and *Rhamnus sphaerosperma*.

Keywords: seasonality, meteorological variables, southern grasslands; South of Brazil.

5.1 INTRODUÇÃO

O conhecimento dos padrões de distribuição de espécies em uma área pode contribuir para a compreensão dos principais fatores ambientais que estão determinando a estrutura da comunidade (Felfili, 1998). Percebem-se os fatores intrínsecos, tais como, formas de dispersão, crescimento, regeneração e mecanismos de competição, associados a fatores ambientais, do solo, clima, herbívoros, ação antrópica, que podem ser observados no espaço (zonação) e no tempo, em diferentes escalas (Orlói, 1993; Pillar, 1998).

Estudos realizados em comunidades vegetais campestres (Tannus & Assis, 2004; Munhoz & Felfili, 2006) apontam que o conhecimento sobre a dinâmica da comunidade pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias para a conservação e manutenção da diversidade biológica, contribuindo para a avaliação e resolução de questões ambientais complexas (Bakker et al., 1996).

Em fitofisionomias rupestres, envolver pesquisas sobre a dinâmica da estrutura da comunidade ao longo do tempo, pode ser uma importante ferramenta para o detalhamento desta fitofisionomia, que devido a fatores limitantes, tais como solos rasos (Moura et al., 2011), alta incidência de raios solares, variação térmica acentuada, presença constante de ventos e escassez hídrica (Giulietti et al., 1997; Porembski et al., 1998), propiciaram condições ecológicas favoráveis para o processo evolutivo de formação e diferenciação de novas espécies biológicas (Giulietti et al., 1987), e como consequência, possui uma elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo (Giulietti et al., 1997).

Na região planáltica do Sul do Brasil, denominada de “Campos Gerais do Paraná” (Maack, 1948), há uma expressiva ocorrência de campos rupestres, associados aos ecossistemas periféricos do bioma Mata Atlântica, apresentando-se, em geral, como ilhas cercadas por formações florestais, savânicas ou campestres (Carmo et al., 2014). Os campos rupestres estão sob um clima predominantemente temperado úmido, com severas geadas no inverno (Cruz, 2007). São caracterizados pelo predomínio de espécies herbáceas e elementos arbustivos lenhosos, associados à espécies de Cerrado e, ocasionalmente, a elementos da Floresta Ombrófila Mista (Maack, 2002).

Os campos rupestres de tal região, encontram-se associados a solos rasos, especialmente da subordem dos NEOSSOLOS LITÓLICOS, que via de regra, apresenta baixa saturação por bases e níveis elevados de alumínio trocável, severa restrição ao

aprofundamento do sistema radicular das plantas, e são de extrema fragilidade ambiental devido à susceptibilidade a erosão em função do perfil raso e da textura arenosa (Sá, 2007).

A geologia e a geomorfologia da região Campos Gerais, no reverso da Escarpa Devoniana, limite natural entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense, determinam paisagens e ecossistemas muito particulares, com a presença de imponentes formações rochosas e feições geológicas singulares (Melo et al., 2007, Moreira & Rocha, 2007). No entanto, pouco ou ainda nada se conhece sobre a estrutura dos campos rupestres, em diferentes feições (Carmo et al., 2014), ainda mais quando se trata da dinâmica desta fitofisionomia ao longo do tempo.

Espera-se que ocorram mudanças na riqueza e na cobertura das espécies dos campos rupestres da região dos Campos Gerais ao longo do tempo, sendo estas, correlacionadas pelas variações meteorológicas locais, especialmente com a variável de temperatura, pois a região apresenta um verão quente e úmido com inverno rigoroso.

Deste modo, visando contribuir com informações mais detalhadas dos campos rupestres do Sul do Brasil, este estudo teve por objetivo avaliar se existem variações na estrutura da comunidade no período de 12 meses, buscando discutir se a cobertura e a riqueza das espécies possuem relação com as variáveis meteorológicas locais. Assim sendo buscou-se responder as seguintes questões: i) existem diferenças na estrutura da comunidade ao longo das estações climáticas nas diferentes feições dos campos rupestres em duas Unidades de Conservação da região? ii) a riqueza e a cobertura das espécies possuem correlação com as variáveis meteorológicas? iii) quais são as espécies indicadoras das diferentes feições dos campos rupestres de duas Unidades de Conservação da região?

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação (UCs) o Parque Estadual de Vila Velha (VV) e o Parque Estadual do Guartelá (GU), ambas inseridas na região dos Campos Gerais, localizada no estado do Paraná - Brasil. A distância entre as UCs é de aproximadamente 110 km.

O VV compreende 3.803 ha, está localizado no município de Ponta Grossa (25°12'34" S e 50°03'37" W) a uma altitude de 800 a 1.068 m s.n.m. O clima é do tipo Cfb (Koeppen, 1948), representando um clima úmido e temperado, não existindo estação seca definida, com temperatura média anual entre 18 e 19°C, precipitação média anual entre 1220 e 1800 mm e a umidade relativa do ar entre 75 e 80% (Caramari, 2004). O mês de janeiro é o mais chuvoso do ano, totalizando uma média de 168 mm, seguido de fevereiro com 162 mm sendo o mês de agosto o mais seco do ano, com precipitação média de 78 mm (Caramari, 2004). O VV possui uma composição vegetal com relictos de vegetação campestre e capões de Floresta Ombrófila Mista ao longo dos cursos d'água (Maack, 2002). As rochas que ocorrem dentro do perímetro do VV pertencem principalmente às unidades mais antigas da Bacia do Paraná: formações Furnas e Ponta Grossa (Devoniano) e Grupo Itararé (Carbonífero - Permiano) (Melo, 2006). A vegetação de campo rupestre do VV é considerada bem preservada, assentada sobre as formações do arenito Itararé, onde os solos são classificados como NEOSSOLOS LITÓLICOS (Curcio et al., 2004), representando uma área de com 72 ha, em altitudes de 1000 a 1015 m s.n.m (Melo, 2006).

O GU está localizado no município de Tibagi (24°39'10"S e 50°15'25"W), totalizando uma área de 789,97 ha, em altitudes de 800 a 1200 m s.n.m. O clima da região é do tipo Cfa representando um clima subtropical, com verão quente, sob influência indireta do clima Cfb. A precipitação média anual encontra-se entre 1.400 e 1600 mm (Cruz, 2007). A vegetação do GU é caracterizada pela Estepe gramíneo-lenhosa e Savana arborizada e áreas restritas de Floresta Ombrófila Mista (Velooso et al., 1991). A geologia do GU é constituída por sedimentos paleozoicos da Bacia Sedimentar do Paraná (Maack, 1948), caracterizados pelo Arenito Furnas (Devoniano Inferior) (Melo 2002). As rochas mais recentes são da Formação Serra Geral (Jurássico Superior e Cretáceo Inferior), (Melo, 2002). Os campos rupestres dominam a fisionomia do GU e ocorrem exclusivamente sobre o Arenito Furnas (Melo, 2002), compreendendo uma área de 172,8 ha (Carmo, 2006). A classe de solos nessa fitofisionomia é representada pelos NEOSSOLOS LITÓLICOS, ocorrendo em praticamente toda a extensão do GU.

5.2.2 Coleta e análise dos dados

O levantamento dos dados foi realizado em duas feições dos campos rupestres sendo elas: a) Fraturas (FR) é qualquer descontinuidade plana ou subplana, delgada em uma direção em comparação às outras duas e formadas por esforço externo, como por exemplo, os tectônicos, ou esforço interno, sendo este, térmico ou residual. As fraturas representam descontinuidades nas propriedades mecânicas e deslocamentos físicos nos locais onde as rochas são rompidas, e a redução ou perda de coesão caracterizam a maioria das fraturas (Fossen 2010); b) Relevos ruiformes (RR), são esculturas singulares que variam de milímetros a dezenas de metros. Este relevo de exceção origina-se do processo erosivo das águas meteóricas promovendo a dissolução da rocha, por meio de juntas, fraturas e planos de estratificação. Formam-se inicialmente sulcos e caneluras, posteriormente lapiás e finalmente torres, pináculos, fendas e labirintos, apresentando um relevo de aspecto desfeito (Melo et al., 2002; Melo, 2006; Melo et al., 2011).

Para o levantamento dos dados da dinâmica da estrutura da vegetação, foram alocadas, em cada UC, 30 parcelas permanentes de 1×1 m nas FR e nos RR, dispostas duas a duas, com distância mínima de 10 metros entre cada parcela, totalizando uma amostragem de 120 m². As observações foram realizadas na terceira semana de cada mês pelo período de um ano (maio de 2015 a abril de 2016), mediante monitoramento de todos os indivíduos presentes no interior de cada parcela, onde mensalmente foi estimada a cobertura das espécies, onde foi atribuído um grau para cada espécie dentro de cada unidade amostral, segundo a escala de Daubenmire (1968): 1 (0 -5%), 2 (5 – 25%), 3 (25 – 50%), 4 (50-75%), 5 (75 – 95%), 6 (95 – 100%). Todas as espécies vasculares encontradas no interior das parcelas foram demarcadas com plaquetas numeradas. Os descritores quantitativos avaliados foram: presença (Pi), frequência relativa (FR), cobertura relativa (CR) e valor de importância (VI).

Foi realizada uma correlação de Spearman (Zar, 1999), para avaliar a relação entre dinâmica da estrutura da vegetação, ao longo do período de avaliação, entre os dados de riqueza e cobertura total para cada uma das UCs e feições com as variáveis meteorológicas locais (precipitação acumulada mensal e as médias mensais de temperatura, e umidade relativa).

Os dados meteorológicos foram fornecidos mensalmente, pelo Sistema Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, da estação meteorológica mais próxima, de cada uma das UCs (Coordenadas das estações meteorológicas: VV 25°0'51.06"S e 50°9'8.74"O e do GU 24°20'22.09"S e 50°36'39.70"O). Foram consideradas às médias mensais para as variáveis de umidade relativa (%) e temperatura (°C) e precipitação acumulada mensal (mm), para o intervalo entre uma avaliação e outra.

Foi realizado uma análise de espécies indicadoras (IndVal) (Dufrêne & Legendre, 1997) com o intuito de detectar quais são características de cada feição entre as UCs. Foi empregado uma matriz de cobertura média onde cada linha representava uma unidade amostral e cada coluna uma espécie. A matriz foi preenchida com o valor de cobertura média, calculado ao longo do período de avaliação. Os *p*-valores foram calculados por meio de 999 permutações, e os valores dos parâmetros A e B também são reportados.

Foi realizado um teste de Análise de Variância Multivariada por Permutação - PerMANOVA (Mcardle & Anderson, 2001) para ver a relação entre o comportamento da estrutura da comunidade ao longo do tempo e as variáveis: Unidade Conservação, tipo de feição, tempo, precipitação acumulada mensal e os dados médios mensais de temperatura e umidade. Para isso foi construída uma matriz de cobertura onde cada linha representou uma unidade amostral para um tempo de avaliação determinado e as colunas representaram as espécies. Com base nessa matriz, foi calculada uma outra matriz de dissimilaridade, com base à distância de Bray-Curtis. Os *P*-valores foram calculados com base a 999 interações, restringidas dentro de cada unidade de conservação, e empregando a função *adonis* do pacote *vegan*. As análises foram realizadas no programa R. v. (R CORE TEAM, 2017) com auxílio dos pacotes, *vegan*, *Hmisc* e *indicspecies*.

5.3 RESULTADOS

5.3.1 Variáveis meteorológicas

No VV, considerando o intervalo entre as avaliações, o período observado com menor precipitação acumulada foi em maio de 2015 (61,4 mm) e a maior em fevereiro de 2016 (288 mm). O mês com temperatura média mais elevada foi em fevereiro de 2016 (22,54°C) e a mais baixa foi em junho de 2015 (14,23°C). A maior e a menor porcentagem

de umidade relativa foram observadas em 2015, nos meses de agosto e outubro respectivamente (86,73% e 73,77%) (Figura 1).

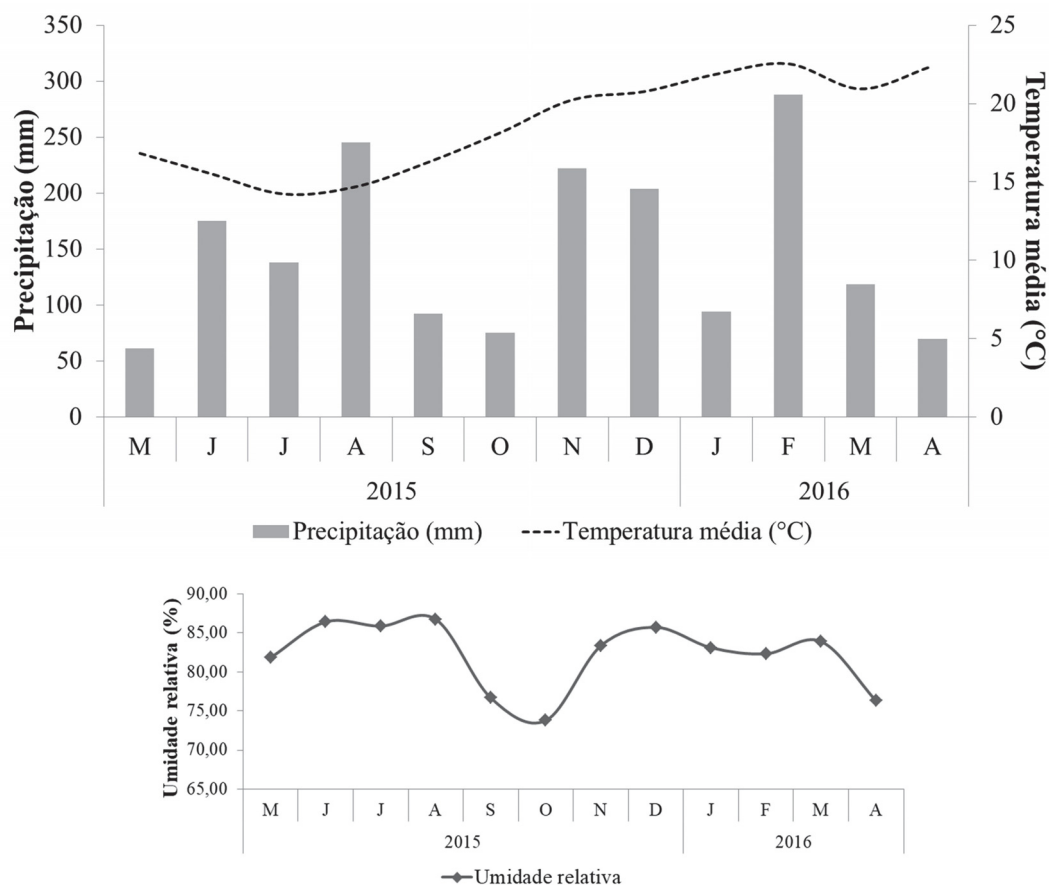


Figura 1. Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), do período de maio de 2015 a abril de 2016, do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná. Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR.

Para o GU a maior e a menor precipitação média foi registrado em 2015 para os meses de agosto e setembro (1.169 e 118 mm). Em relação à temperatura, em agosto de 2015 foi observada a menor média (14,99°C) e em fevereiro de 2016 foi observada a maior (23,35°C). A umidade relativa com a maior média em agosto de 2015 (89,55%) e a menor em setembro de 2015 (80,97%) (Figura 2).

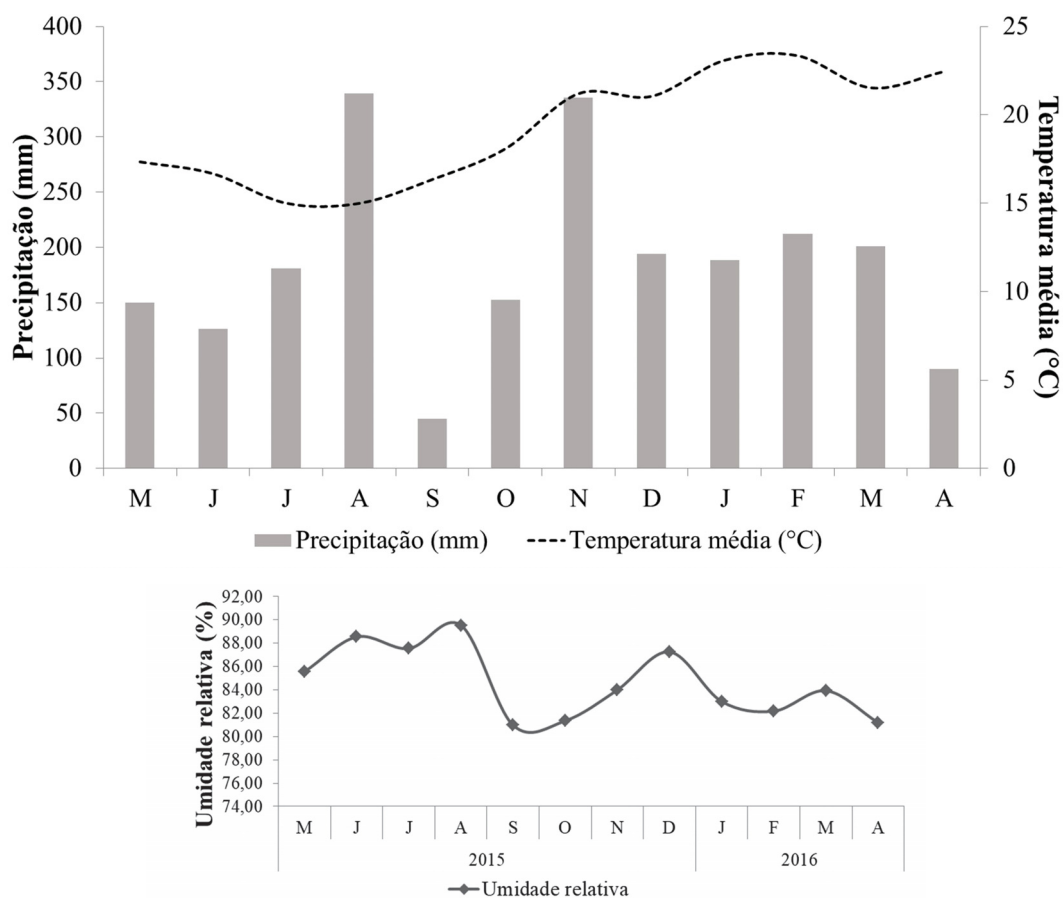


Figura 2. Variáveis meteorológicas de precipitação acumulada mensal (mm) e as médias mensais de temperatura (C°) e umidade relativa (%), do período de maio de 2015 a abril de 2016, do Parque Estadual do Guartelá, Ponta Grossa, Paraná. Fonte: Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR.

5.3.2 Dinâmica da estrutura

Durante um ano de avaliação, foram registradas 93 espécies, incluídas em 30 famílias, sendo uma morfoespécie de angiosperma indeterminada a qualquer nível taxonômico. No GU foram amostradas 66 espécies sendo que nas FR foram 47 e nos RR 34. No VV foram 49, sendo 40 nas FR e 33 nos RR (Tabela 1).

Tabela 1. Relação das espécies amostradas no período de maio de 2015 a abril de 2016, em diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, na região dos Campos Gerais, estado do Paraná. RR: relevos runíformes; FR: fraturas.

Família/Espécie	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
AMARYLLIDACEAE				
<i>Hippeastrum psittacinum</i> Herb.		x		x
APOCYNACEAE				
<i>Oxypetalum sublanatum</i> Malme			x	x
AQUIFOLIACEAE				
<i>Ilex asperula</i> Reissek	x			
ARECACEAE				
<i>Allagoptera campestris</i> (Mart.) Kuntze			x	
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman			x	x
ASTERACEAE				
<i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.			x	
<i>Baccharis reticularia</i> DC.			x	x
<i>Baccharis</i> sp.1			x	
<i>Calea parvifolia</i> (DC.) Baker	x		x	x
<i>Chromolaena congesta</i> (Hook. & Arn.) R.M.King & H.Rob.			x	
<i>Chromolaena palmaris</i> (Sch.Bip. ex Baker) R.M.King & H.Rob.	x			
<i>Grazielia multifida</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	x			
<i>Inulopsis scaposa</i> (DC.) O.Hoffm	x			

Família/Espécie	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
<i>Praxelis sanctopaulensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	x	x	x	x
<i>Richterago radiata</i> (Vell.) Roque	x			
<i>Stevia leptophylla</i> Sch.Bip. ex Baker			x	
<i>Symphyopappus cuneatus</i> (DC.) Sch.Bip. ex Baker	x	x	x	x
<i>Vernonanthura crassa</i> (Vell.) H.Rob.	x	x	x	
Asteraceae sp.1	x			
BROMELIACEAE				
<i>Aechmea distichantha</i> Lem.		x	x	x
<i>Dyckia tuberosa</i> (Vell.) Beer	x	x		
<i>Tillandsia crocata</i> (E.Morren) Baker		x		x
<i>Tillandsia stricta</i> Sol.			x	
<i>Tillandsia tenuifolia</i> L.		x		
<i>Vriesea friburgensis</i> Mez		x	x	x
CACTACEAE				
<i>Cereus hildmannianus</i> K.Schum.		x		
<i>Rhipsalis dissimilis</i> (G.Lindb.) K.Schum.		x		x
COMMELINACEAE				
<i>Tradescantia cerinthoides</i> Kunth			x	x
CYPERACEAE				
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B.Clarke	x		x	x

	GU		VV	
Família/Espécie	FR	RR	FR	RR
<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl	x			
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	x			
<i>Lagenocarpus rigidus</i> Nees	x	x		
ERIOCAULACEAE				
<i>Paepalanthus albo-vaginatus</i> Silveira	x			
EUPHORBIACEAE				
<i>Croton serpyllifolius</i> Baill.	x			
FABACEAE				
<i>Chamaecrista cathartica</i> (Mart.) H.S.Irwin & Barneby	x			
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i> (H.S.Irwin) H.S.Irwin & Barneby	x	x		
<i>Mimosa gymnas</i> Barneby	x	x		
<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub.	x	x		
GESNERIACEAE				
<i>Sinningia canescens</i> (Mart.) Wiehler				x
<i>Sinningia</i> sp.1		x		
IRIDACEAE				
<i>Sisyrinchium restioides</i> Spreng.	x			
<i>Sisyrinchium vaginatum</i> Spreng.	x	x		
<i>Sisyrinchium wettsteinii</i> Hand.-Mazz.			x	x
LAMIACEAE				

	GU		VV	
Família/Espécie	FR	RR	FR	RR
<i>Hypenia macrantha</i> (A.St.-Hil. ex Benth.) Harley	x			
<i>Hyptis sinuata</i> Pohl ex Benth.		x		
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke			x	
LAURACEAE				
<i>Cinnamomum sellowianum</i> (Nees & Mart.) Kosterm.			x	x
<i>Ocotea tristis</i> (Nees & Mart.) Mez		x		
<i>Persea alba</i> Nees & Mart.		x		
MALPIGHIACEAE				
<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	x			
<i>Byrsonima brachybotrya</i> Nied.	x			
MELASTOMATACEAE				
<i>Leandra australis</i> (Cham.) Cogn.				x
<i>Leandra lacunosa</i> Cogn.	x		x	x
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	x	x		
<i>Miconia hyemalis</i> A.St.-Hil. & Naudin			x	x
<i>Miconia paucidens</i> DC.				x
<i>Tibouchina dubia</i> Cogn.				x
<i>Tibouchina hatschbachii</i> Wurdack	x	x		
<i>Tibouchina martialis</i> (Cham.) Cogn.	x			
MYRTACEAE				

Família/Espécie	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
<i>Myrcia pulchra</i> (O.Berg) Kiaersk.	x	x	x	x
<i>Myrcia venulosa</i> DC.		x		
ORCHIDACEAE				
<i>Epidendrum secundum</i> Jacq.		x	x	x
OROBANCHACEAE				
<i>Esterhazyia splendida</i> J.C.Mikan	x		x	
PIPERACEAE				
<i>Peperomia catharinae</i> Miq.		x		x
POACEAE				
<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth			x	
<i>Axonopus siccus</i> (Nees) Kuhlm.	x	x	x	x
<i>Chloris gayana</i> Kunth			x	
<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould & C.A. Clark		x		
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	x		x	x
<i>Paspalum</i> sp.1	x			
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	x		x	
<i>Trichantheium cyanescens</i> (Nees ex Trin.) Zuloaga & Morrone	x	x	x	
<i>Schizachyrium tenerum</i> Ness	x			
<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster			x	x
Poaceae sp.1				x

	GU		VV	
Família/Espécie	FR	RR	FR	RR
Poaceae sp.2	x			
Poaceae sp.3	x			
Poaceae sp.4	x			
Poaceae sp.7		x		
POLYPODIACEAE				
<i>Microgramma squamulosa</i> (Kaulf.) de la Sota			x	
<i>Pleopeltis lepidopteris</i> (Langsd. & Fisch.) de la Sota			x	x
<i>Serpocaulon vacillans</i> (Link) A.R.Sm.		x	x	x
PORTULACACEAE				
<i>Portulaca mucronata</i> Link			x	
PRIMULACEAE				
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	x	x	x	x
RHAMNACEAE				
<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.			x	x
RUBIACEAE				
<i>Borreria poaya</i> (A.St.-Hil.) DC.	x			
<i>Borreria suaveolens</i> G. Mey.	x			
<i>Cordia concolor</i> (Cham.) Kuntze		x		
SMILACACEAE				
<i>Smilax campestris</i> Griseb.		x		

Família/Espécie	GU		VV	
	FR	RR	FR	RR
SOLANACEAE				
<i>Calibrachoa ericifolia</i> (R.E.Fr.) Wijsman	x			
<i>Calibrachoa paranensis</i> (Dusén) Wijsman			x	x
INDETERMINADA				
Indeterminada sp.1	x			

A partir dos resultados obtidos com o teste de PerMANOVA, foi possível constatar que a composição e a estrutura das comunidades são estáveis, ou seja, não ocorrem mudanças significativas, e o efeito das variáveis meteorológicas não possui uma relação significativa no comportamento da comunidade, ao longo do tempo. Os resultados indicam ainda, que a composição e a estrutura da comunidade são distintas, nas diferentes UCs e feições ($p=0,001$) (Tabela 2).

Ocorreram pequenas variações ao longo do tempo na riqueza de espécies nas diferentes UCs e feições, sendo que no GU o maior número de espécies observadas nas FR (46) foram no mês de dezembro e nos RR em abril (34). Já e no VV a riqueza de espécies ocorreu de outubro a abril com 40 espécies nas FR e 33 espécies nos RR de novembro a abril (Figura 3).

Em relação à cobertura das espécies amostradas no GU em ambas as feições se mantiveram relativamente estáveis, de maio até o mês de janeiro, com um decréscimo sutil a partir do mês fevereiro. No VV a cobertura das espécies das diferentes feições foi observada praticamente constante de maio até de outubro, com declínio na cobertura das espécies observadas nas FR a partir de dezembro e nos RR a partir de novembro (Figura 3).

Tabela 2. Teste de PerMANOVA para a relação entre o comportamento da comunidade ao longo do tempo e as variáveis: Unidade Conservação, feição, tempo, e as variáveis meteorológicas (precipitação acumulada mensal e as médias mensais de temperatura, e umidade relativa).

Variáveis	GL	SQ	R ²	F	p-valor
Feição	11	43.160	0.099	179.533	0.001
Unidade de Conservação	11	39.010	0.090	162.271	0.001
Tempo	11	0.010	0.000	0.037	1.000
Temperatura	11	0.110	0.000	0.464	0.938
Precipitação	11	0.060	0.000	0.241	0.998
Umidade relativa	11	0.020	0.000	0.078	1.000
Resíduos	1432	344.220	0.793		
Total	1439	434.280	1.000		

GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados.

Vale destacar que do total de espécies observadas apenas 16% não ocorreram durante todo o período de avaliação nas diferentes UCs e feições, sendo estas representadas, predominantemente, por espécies herbáceas. Ao considerar cada UC, nas FR do GU elas representaram 19% e nos RR 8,8%. No VV nas FR foram 7,5% e nos RR 6,06% (Apêndice 1).

As espécies que obtiveram maior percentual de importância (PI) e cobertura relativa (CR) se mantiveram durante o período de avaliação em ambas as UCs e feições e apresentaram uma pequena variação em relação aos valores de PI e CR ao longo do tempo (Figura 4 e Figura 5). *Axonopus siccus* apresentou os maiores valores de PI e CR, sendo que esta espécie ocorreu nas diferentes feições de ambas as UCs ao longo de todo período avaliado. Nas FR do GU esta espécie obteve índices de PI e CR mais elevados, com destaque para o mês de janeiro, com taxas de 28 e 44,65% respectivamente.

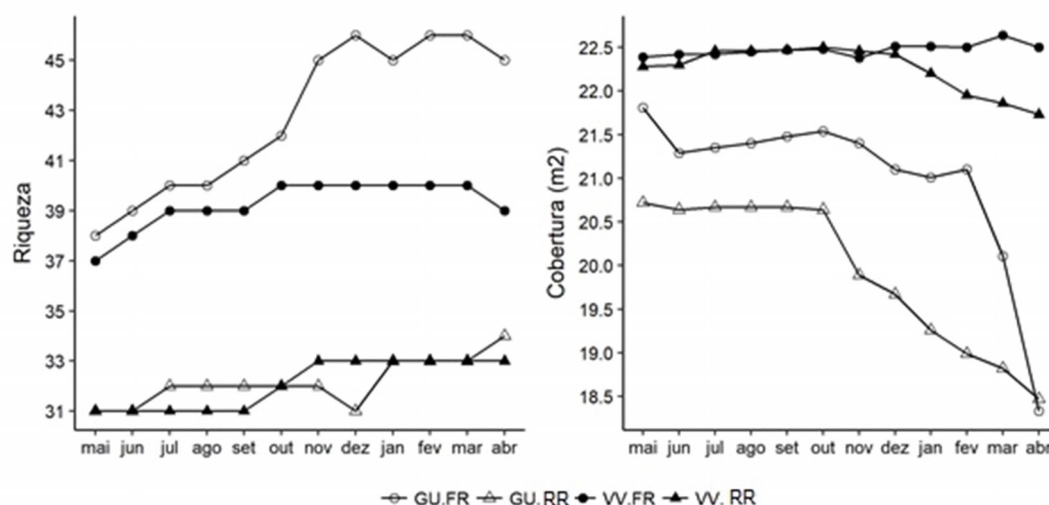


Figura 3. Riqueza e cobertura total das espécies amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, no período de maio de 2015 a abril de 2016, no Parque Estadual de Vila Velha (VV) e no Parque Estadual do Guartelá (GU). RR: Relevos ruíniformes; FR: fraturas.

Vale destacar que as cinco espécies com maiores valores de CR e PI em ambas as UCs e feições obtiveram valores superiores as 50% (Apêndice 1).

Além de *A. siccus*, foram comuns às UCs e feições, *Symphyopappus cuneatus*, *Praxelis sanctopaulensis*, *Myrcia pulchra* e *Myrsine umbellata*, sendo observadas, predominantemente, durante todo o período de avaliação, mas apresentaram valores de CR e PI pouco expressivos (Apêndice 1).

A temperatura foi a variável meteorológica que apresentou correlação significativa positiva para a riqueza de espécies nas FR do GU e para os RR do VV. Em relação à cobertura das espécies, a temperatura apresentou correlação significativa negativa para os RR do GU. As demais variáveis não apresentaram correlações significativas para as demais feições das diferentes UCs (Tabela 3).

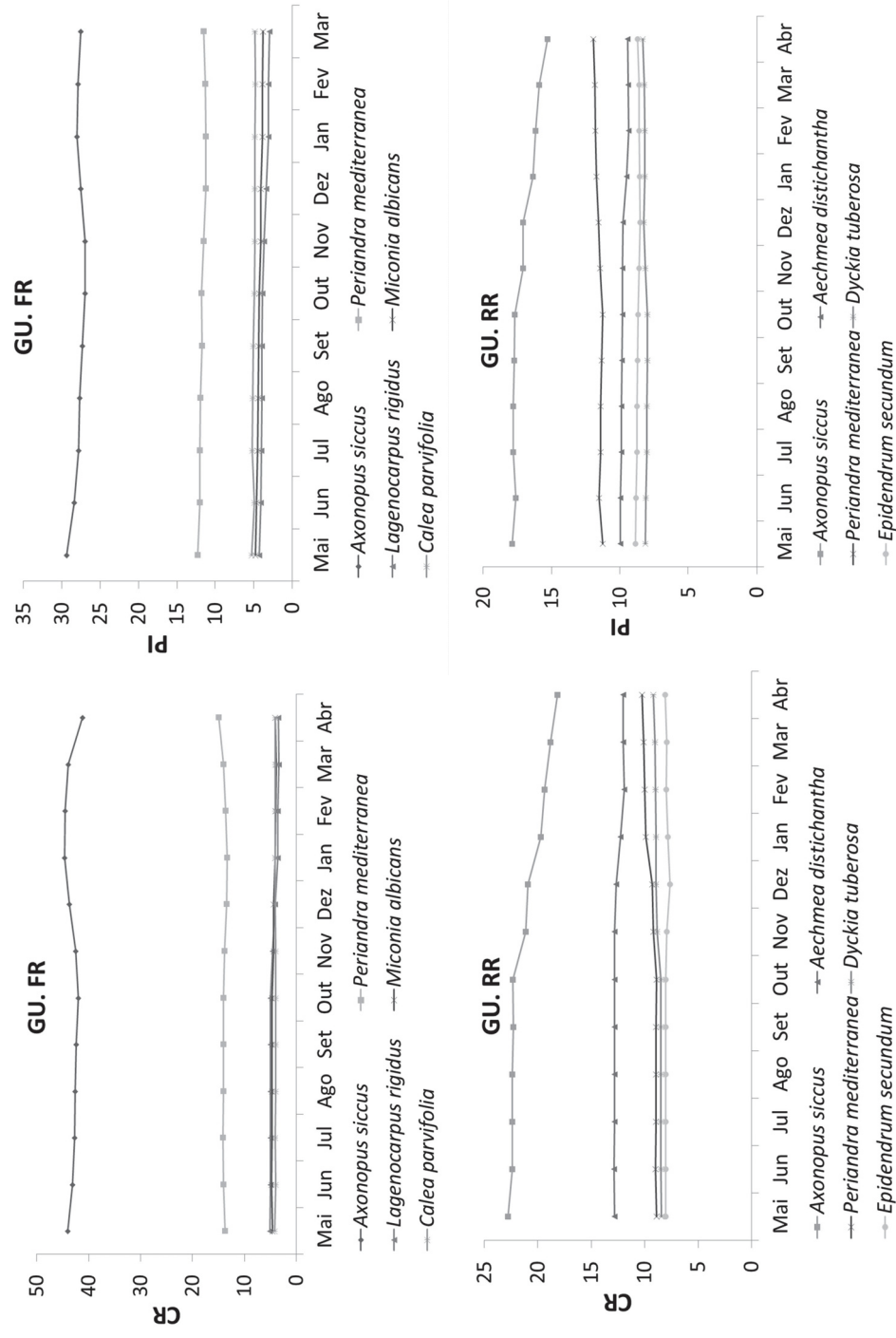


Figura 4. Comportamento das espécies de maior cobertura relativa (CR) e percentual de importância (PI), no período de maio de 2015 a abril de 2016, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, do Parque Estadual do Guartelá (GU). RU: Relevos rupestres; FR: fruturas.

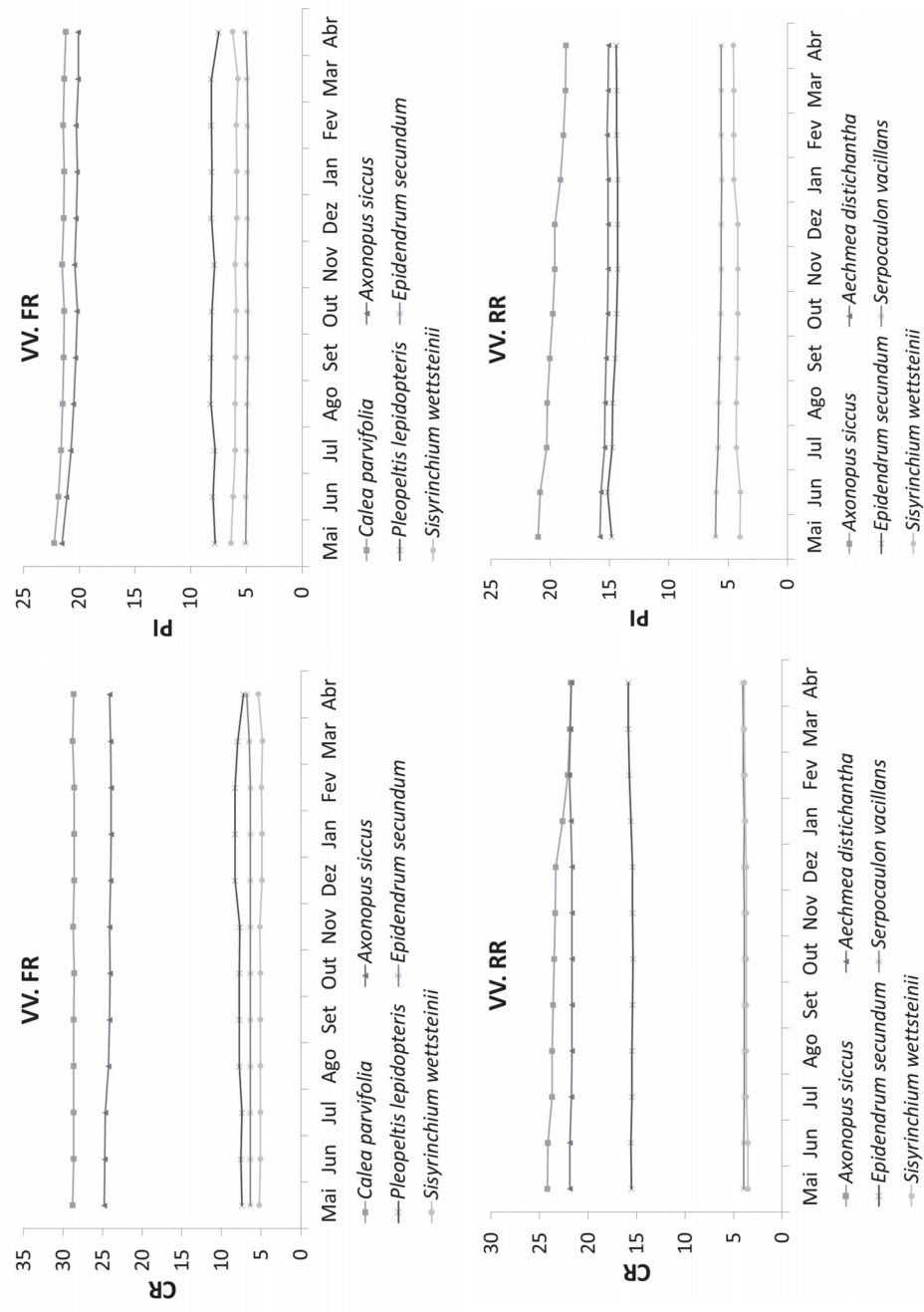


Figura 5. Comportamento das espécies de maior cobertura relativa (CR) e percentual de importância (PI), no período de maio de 2015 a abril de 2016, amostradas em diferentes feições dos campos rupestres, do Parque Estadual de Vila Velha (VV). RR: Relevantos ruinformes; FR: fraturas.

Tabela 3. Correlação de Spearman entre dinâmica da estrutura da vegetação, pelo período de maio de 2015 a abril de 2016, para as variáveis de riqueza e cobertura total para cada uma das UCs e feições com as variáveis meteorológicas. P: precipitação acumulada mensal; T: temperatura; U: umidade relativa. Não significativo $p > 0,05$; significativo para $*p < 0,05$.

UCs	Variável 1	Variável 2	Correlação
GU.FR	Cobertura	T	-0.632
		P	-0.105
		U	0.119
	Riqueza	T	0.764
		P	0.43
		U	-0.398
GU.RR	Cobertura	T	-0.854
		P	-0.187
		U	0.402
	Riqueza	T	0.626
		P	0.066
		U	-0.582
VV.FR	Cobertura	T	0.650
		P	-0.014
		U	-0.144
	Riqueza	T	0.602
		P	0.366
		U	-0.133
VV.RR	Cobertura	T	-0.683
		P	0.028
		U	0.035
	Riqueza	T	0.899
		P	0.195
		U	-0.23

Dentre as espécies amostradas nas diferentes UCs e feições, 18 espécies apresentaram valores de IndVal significativos. Nas FR do GU, 10 espécies foram indicadoras, sendo que a maioria (8) foram exclusivas desta feição, três espécies nos RR do GU (2 exclusivas) e nas FR do VV (1 exclusiva) e duas espécies nos RR do VV (Tabela 4).

Tabela 4. Espécies indicadoras (IndVal) das diferentes feições dos campos rupestres do Parque Estadual de Vila Velha (VV) e do Parque Estadual do Guartelá (GU). Valores de A = 1 indicam que a espécie só está presente num determinado grupo; Valores de B=1 indicam que a espécie está presente em todas as parcelas; RR: relevos runíformes; FR: fraturas.

Espécies	UCs - Feições	A	B	IndVal
<i>Borreria suaveolens</i>	GU.FR	1,000	0,767	0,876***
<i>Croton serpyllifolius</i>	GU.FR	1,000	0,600	0,775***
<i>Chamaecrista cathartica</i>	GU.FR	1,000	0,433	0,658***
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i>	GU.FR	0,831	0,467	0,623***
<i>Grazielia multifida</i>	GU.FR	1,000	0,300	0,548***
<i>Miconia albicans</i>	GU.FR	0,861	0,333	0,536***
<i>Borreria poaya</i>	GU.FR	1,000	0,233	0,483***
<i>Tibouchina martialis</i>	GU.FR	1,000	0,233	0,483***
<i>Chromolaena palmaris</i>	GU.FR	1,000	0,200	0,447**
<i>Kyllinga brevifolia</i>	GU.FR	1,000	0,167	0,408**
<i>Dyckia tuberosa</i>	GU.RR	0,946	0,400	0,615***
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	GU.RR	1,000	0,267	0,516***
<i>Ocotea tristis</i>	GU.RR	1,000	0,167	0,408**
<i>Calea parvifolia</i>	VV.FR	0,819	0,833	0,826***
<i>Stevia leptophylla</i>	VV.FR	1,000	0,167	0,408***
<i>Calibrachoa paranensis</i>	VV.FR	0,783	0,200	0,396**
<i>Serpocaulon vacillans</i>	VV.RR	0,720	0,367	0,514***
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	VV.RR	0,922	0,167	0,392**

Não significativo (ns) $p > 0,05$; significativo para * $p < 0,05$; ** $0,01$; *** $0,001$.

5.4 DISCUSSÕES

Na comunidade dos campos rupestres da região dos Campos Gerais, as diferentes feições e UCs apresentam uma composição florística heterogênea, sendo que grande parte das espécies apresentam uma baixa frequência, indicando heterogeneidade entre as diferentes feições, ditadas pela variação das fitofisionomias rupestres (Melo et al., 2007), no entanto, apesar de serem distintas floristicamente, elas apresentam o mesmo padrão em sua estrutura, ou seja, não apresentaram variação significativa ao longo de um ano, indicando que a dinâmica da vegetação dos campos rupestres está em equilíbrio, pelo menos em um curto prazo.

Em áreas de Cerrado, a vegetação herbáceo-subarbustiva de campo sujo, campo úmido e campo úmido limpo (Silva & Nogueira, 1999; Munhoz & Felfili, 2006; Cianciaruso & Batalha, 2008; Munhoz & Felfili, 2008), a composição de espécies, também apresentou poucas distinções ao longo de um ano, sendo estas notadas em períodos entre a estação seca e chuvosa. Portanto, embora a região dos Campos Gerais não apresente uma sazonalidade climática bem definida, o padrão da comunidade dos campos rupestres se assemelha aos observados para a região de cerrado.

O fato das variáveis meteorológicas não apresentarem uma relação significativa no comportamento da estrutura da comunidade, indicam que, possivelmente, outros fatores ambientais estão sendo condicionantes no estabelecimento das espécies, tais como, as características químicas e físicas solo, que devem estar influenciando mais do que os aspectos climáticos, sendo estes não explorados neste estudo e que necessitam ser investigadas para verificar se esta variável está determinando a composição, estrutura e distribuição espacial das espécies.

O pequeno aumento na riqueza de espécies observado em períodos com temperaturas mais elevadas é justificado pelo resultado obtido pela correlação significativa que esta variável meteorológica possui com a riqueza de espécies nas FR do GU e nos RR do VV, sendo que estas variações estão sendo ditadas pelas espécies herbáceas de ciclo de vida curto. Em estudo realizado por Silva (2014) nas FR do VV, a dinâmica da riqueza da comunidade, pelo período de um ano, também se mostrou estável, confirmando que ocorre pouca variação na riqueza da comunidade dos campos rupestres. Esta característica parece ser peculiar de ambientes rupestres, já que em fitofisionomias de campo seco e campo

úmido no VV, foram constatadas diferenças significativas na riqueza da comunidade ao longo do tempo (Silva, 2014). Uma hipótese seria que tais variações não observadas para os campos rupestres podem estar relacionados aos aspectos edáficos, tais como baixa capacidade de retenção de água e por apresentarem solos rasos, pode estar limitando o estabelecimento de um número maior de plantas e dificultando o recrutamento de novas espécies.

Embora a cobertura das espécies, não terem apresentado diferenças significativas durante o período avaliado, foi possível observar um pequeno declínio na cobertura das espécies com o aumento da temperatura, o que justifica os resultados de correlação significativa negativa da cobertura das espécies nos RR do GU em relação à temperatura. Este fato está possivelmente atrelado à fenologia das espécies, tendo em vista que o pico de floração e frutificação dos campos rupestres ocorre em fevereiro e março (Silva, 2017 – ver capítulo 2) e como as espécies herbáceas influenciam as discretas variações na riqueza e cobertura da comunidade, após a fase reprodutiva, muitas dessas plantas perdem a parte aérea, justifica a diminuição na cobertura das espécies observada com o aumento da temperatura. Outro fator importante para a redução e expansão na cobertura das espécies pode estar atrelado a maior frequência de espécies hemicriptófitas e caméfitas nas feições dos campos rupestres da região (Silva et al., 2018- artigo submetido-capítulo 1; Silva, 2014) pois na época de condições climáticas desfavoráveis, em algumas espécies herbáceas, as gemas encontram-se protegidas ao nível do solo e com a mudança das estações elas rebrotam novamente.

As espécies com maior percentual de importância e cobertura relativa observadas neste estudo não apresentaram uma variação ao longo do tempo, o que corrobora com os observados em fisionomias campestres do cerrado (Munhoz & Felfili, 2006; 2008), indicando deste modo, que em comunidades de estrato herbáceo-subarbustivo, a variação sazonal não é acentuada, e as porcentagens da cobertura das espécies mais importantes variaram pouco em um ano. No entanto, em estudo realizado em uma área de campo limpo úmido em região de cerrado (Eugênio et al., 2011), em um intervalo de sete anos a vegetação apresentou mudanças na composição florística, principalmente na estrutura devido o aumento da cobertura de espécies perenes, cespitosas e entouceiradas, favorecidas por fatores ambientais deste tipo de fitofisionomia.

Em áreas de campos rupestres, ao comparar resultados obtidos por Silva et al (2016), em amostragem realizada em 2012, na estrutura da comunidade, nas unidades amostrais FR do VV, as espécies *C. parvifolia* (CR: 25,49), *A. siccus* (CR: 24,80), *Pleopeltis lepidopteris* (CR: 7,48), *Sisyrinchium wettsteinii* (CR: 6,30) e *Calibrachoa paranensis* (CR: 3,54) continuam sendo as espécies de maior CR, com mínimas variações nos valores deste índice. Já em relação à riqueza de espécies, este estudo amostrou somente seis espécies a mais, do que foram observados por Silva et al (2016).

A espécie *A. siccus*, amostrada em ambas as UCs e feições, forma touceiras densas, consequentemente, apresentou maior cobertura do que outras plantas herbáceas ou subarbustivas pequenas e delgadas, como foi o caso, por exemplo, de *Borreria suaveolens*, presente de maneira expressiva nas FR do GU, apresentou uma CR que não ultrapassou 3,06%.

As espécies comuns ocorrentes nas diferentes UCs e feições, embora não tenham apresentado valores expressivos de PI e CR, de certo modo, elas indicam maiores amplitudes genotípicas, sendo estas, capazes de transpor as barreiras geográficas e ecológicas existentes (Conceição & Pirani, 2005).

As espécies indicadoras observadas neste estudo, com exceção das espécies *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia* e *Ocotea tristis*, são comumente encontradas nas diferentes fitofisionomias campestres da região dos Campos Gerais (Carmo, 2006; Silva, et al., 2016), indicando que as diferentes feições dos campos rupestres, podem abrigar espécies com grande plasticidade, podendo se estabelecer em condições hídricas e edáficas muito distintas, conforme também observado por Carmo (2006) e Silva, et al. (2016) em estudos realizados na região dos Campos Gerais. A ocorrência da pteridófita *Serpocaulon vacillans* como espécie indicadora dos RR do VV, pode estar relacionada devido ao eventual sombreamento causado pelas formações rochosas runíformes, ficando deste modo protegida da insolação constante desses ambientes.

Diante dos resultados obtidos neste estudo, sugere-se que o intervalo amostral temporal, adequado para obter mudanças na vegetação devido à mortalidade e recrutamento de espécies, deve ser superior a seis anos, conforme proposto por Eugênio et al., 2011, e ainda a ampliação deste estudo, adotando o critério de testar os efeitos ambientais do solo e

do clima da estrutura das comunidades, permitindo deste modo, a formulação de modelos preditivos da dinâmica da vegetação dos campos rupestres da região dos Campos Gerais.

5.5 CONCLUSÕES

Com os resultados deste estudo foi possível constatar que: i) a estrutura da comunidade ao longo de um ano, nas diferentes feições dos campos rupestres das diferentes UCs da região, não apresentam variações significativas; ii) a riqueza e a cobertura das espécies possuem correlação com a variável meteorológica de temperatura; iii) as espécies indicadoras das FR do GU foram *Borreria suaveolens*, *Croton serpyllifolius*, *Chamaecrista cathartica*, *Chamaecrista ramosa* var. *parvifoliola*, *Grazielia multifida*, *Miconia albicans*, *Borreria poaya*, *Tibouchina martialis*, *Chromolaena palmaris* e *Kyllinga brevifolia*; dos RR foram: *Dyckia tuberosa*, *Tillandsia tenuifolia*, *Ocotea tristis*. No VV nas FR foram: *Calea parvifolia*, *Stevia leptophylla* e *Calibrachoa paranensis*; nos RR foram *Serpocaulon vacillans* e *Rhamnus sphaerosperma*.

REFERÊNCIAS

Bakker JP, Olff H, Willems JH, Zobel M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *Journal of Vegetation Science* 1996; 7: 147-156. <http://dx.doi.org/10.2307/3236314>.

Caramari PH. Climatologia. In: *Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha*. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos; 2004. p.136-174.

Carmo MRB, Luz PM, Lima BNS. A vegetação rupestre. In: Gealh AM, Melo MS, organizadores. *Rio São João, Carambeí, PR: fonte de vida, cuidados devidos*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2014. p. 101-110.

Carmo MRB. *Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná*. [Tese]. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo; 2006.

Cianciaruso MV, Batalha MA. A year in a Cerrado wet grassland: a non-seasonal island in a seasonal savanna environment. *Brazilian Journal of Biology* 2008; 68: 1519-6984. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000300005>.

Conceição AA, Pirani JR. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 2005; 23: 85-111 <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v23i>.

Cruz GCF. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB, editores. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2007. p. 59-72.

Curcio GC, Pires DRJ, Bognolla IA. Solos. In: *Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha*. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos; 2004. p. 76-112.

Daubenmire R. *Plant communities*. New York, Harper and Row Pub; 1968. 300p.

Dufrêne M, Legendre P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological monographs* 1997; 67(3):345–366. <http://www.jstor.org/stable/2963459>.

Eugenio CUO, Munhoz CBR, Felfili JM. Dinâmica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 2011; 25(2): 497-507. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200025>.

Felfili JM. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma Mata de galeria no Brasil Central, com a utilização de técnicas de análise multivariada. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 1998; 2: 35-48.

Fossen H. *Structural Geology*. Cambridge University. Press, Cambridge. 2010.

Giulietti AM, Menezes NL, Pirani JR, Meguro M, Wanderley MGL. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 1987; 9: 1-151.

Giulietti AM, Pirani JR, Harley RM. Espinhaço range region: eastern Brazil. In: Davis SD, Herrera-MacBryde VHH, Villa-Lobos J, Hamilton AC, editores. *Centre of plants diversity: a guide and strategy for their conservation*. World Wildlife Fund/World Conservation Union, Cambridge, UK; 1997. p. 397-404.

Koeppen W. Climatologia. Cidade do México, Fundo de Cultura Econômica; 1948.

Maack R. *Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia*, 1948; 2: 102-200.

Maack R. *Geografia física do Paraná*. Curitiba: Imprensa Oficial; 2002.

Mcardle BH, Anderson MJ. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. *Ecology* 2001; 82(1): 290-297. [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0290:FMMTCD\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0290:FMMTCD]2.0.CO;2).

Melo MS. Canyon Guartelá. In: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge M, Berbert-Born M, editores. *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM; 2002. p. 279 -288.

Melo MS. *Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2006.

Melo MS, Bosetti EP, Godoy LC, Pilatti F. Vila Velha, PR: impressionante relevo ruiforme. In: Schobbenhaus C, Campos DA, Queiroz ET, Winge M, Berbert-Born M, editores. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM-CPRM-SIGEP; 2002. p. 269-277.

Melo MS, Guimarães GB, Ramos AF, Prietro CC. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB, editores. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2007. p. 49-58.

Melo MS, Guimarães GB, Pontes HS, Massuqueto LL, Pigurim I, Bagatim HQ, Giannini PCF. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da formação furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. *SBE – Campinas, SP. Espeleo-Tema* 2011; 22(1): 81-97.

Moreira CR, Rocha HR. Unidades de conservação nos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB, editores. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2007. p. 201-212.

Moro RS, Carmo MRB. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB, editores. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2007. p. 93-98.

Munhoz CBR, Felfili JM. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 2006; 20: 671-685. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000300017>.

Munhoz CBR, Felfili JM. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido no Distrito Federal, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 2008; 22: 905-913.

Orlóci L. Conjectures and scenarios in recovery study. *Coenoses, (Trieste)* 1993; 8(3): 141-148.

Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná*. SEMA/GTZ, Curitiba; 1995.

Pillar VD. Análise e predição de fenômenos ecológicos em pastagens naturais. In: *Reunião do grupo técnico em forrageiras do cone sul zona campos*. Lages. Anais... Lages: Epagri/Udesc; 1998. p. 39-45.

Porembski S, Martinelli G, Ohlemuller R, Barthlott W. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. *Divers Distrib* 1998; 4: 107-119. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2699.1998.00013.x>.

R Core Team. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. [s.l: s.n.]; 2017.

Sá MFM. Os solos dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB, editores. *Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: Ed. UEPG; 2007. p. 73-83.

Silva MA, Nogueira PE. Avaliação fitossociológica do estrato arbustivo-herbáceo em cerrado *stricto sensu* após incêndio acidental, no Distrito Federal, Brasil. *Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer* 1999; 4: 65-78.

Silva AR. *Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná*. [Dissertação] Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR; 2014.

Silva AR, Andrade ALP, Velazco SE, Galvão F, Carmo MRB. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. *Hoehnea* 2016; 43(3): 325-347. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-96/2015>.

Tannus JLS, Assis MA. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo umido em area de Cerrado, Itirapina – SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 2004; 27: 489-506. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000300008>.

Veloso HP, Rangel Filho ALR, Lima JCA. *Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE; 1991.

Zar JH. *Bioestatistical analysis*. New Jersey. Prentice-Hall; 1999.

Apêndice 1. Relação das espécies amostradas no estudo da dinâmica da estrutura da vegetação de diferentes feições do relevo dos campos rupestres pelo período de maio de 2015 a abril de 2016, no Parque Estadual de Vila Velha (VV), Ponta Grossa, Paraná, e do Parque Estadual do Guartelá (GU), Tibagi, Paraná. CR: cobertura relativa; PI: percentual de importância; FR: fraturas RR: relevos ruíformes. * Para consultar as famílias botânicas e os autores das espécies, consultar Tabela 1. **Negrito:** Maiores porcentagens observadas nas cinco espécies de maior CR e PI.

	GU, FR																							
	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
Espécies*	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI
<i>Axonopus siccus</i>	44,02	29,40	43,17	28,37	42,72	27,82	42,62	27,66	42,36	27,33	42,01	26,96	42,48	26,94	43,70	27,51	44,65	28,00	44,55	27,87	43,91	27,55	41,19	26,26
<i>Periandra mediterranea</i>	13,76	12,30	14,09	12,02	14,10	12,01	14,07	11,91	14,01	11,72	14,07	11,80	13,83	11,48	13,41	11,23	13,37	11,23	13,65	11,30	14,02	11,49	15,00	12,03
<i>Lagenocarpus rigidus</i>	5,14	4,29	5,03	4,10	5,01	4,01	5,00	3,98	4,98	3,93	4,97	3,87	4,63	3,64	4,08	3,36	3,52	3,09	3,60	3,11	3,33	2,97	3,49	3,07
<i>Miconia albicans</i>	4,63	4,78	4,74	4,63	4,73	4,52	4,72	4,48	4,70	4,40	4,64	4,31	4,39	4,10	4,36	4,07	4,05	3,92	3,98	3,86	3,83	3,78	4,09	3,93
<i>Calea parvifolia</i>	4,22	5,31	3,95	4,91	4,03	5,25	4,02	5,19	4,00	5,08	3,99	4,97	4,02	4,86	4,08	4,87	4,09	4,89	4,08	4,84	4,13	4,86	4,04	4,85
<i>Mimosa gymnas</i>	2,52	2,74	2,21	2,46	2,20	2,39	2,20	2,37	2,19	2,32	2,18	2,28	2,10	2,19	2,13	2,20	2,24	2,25	2,23	2,23	2,34	2,29	2,56	2,41
<i>Borreria suaveolens</i>	2,34	5,11	2,49	5,77	2,62	6,05	2,62	5,97	2,61	5,81	2,60	5,66	2,62	5,49	2,70	5,69	2,71	5,71	2,70	5,64	2,78	5,50	3,06	5,68
<i>Chamaecrista cathartica</i>	2,34	3,88	2,49	3,96	2,53	4,07	2,52	4,02	2,51	3,92	2,51	3,83	2,52	3,73	2,56	3,73	2,52	3,72	2,51	3,68	2,64	3,74	2,84	3,87
<i>Byrsonima brachybotrya</i>	2,06	1,52	2,11	1,51	2,11	1,48	2,10	1,48	2,09	1,46	2,09	1,44	2,10	1,43	2,13	1,44	2,14	1,45	2,13	1,44	2,14	1,44	2,07	1,41
<i>Croton serpyllifolius</i>	1,83	4,12	1,88	3,88	1,92	3,98	2,06	4,42	2,09	4,53	2,14	4,64	2,15	4,50	2,09	4,44	2,00	4,03	1,99	4,35	2,09	4,40	2,24	4,51
<i>Tibouchina martialis</i>	1,79	2,62	1,83	2,50	1,83	2,42	1,82	2,39	1,82	2,34	1,81	2,29	1,82	2,24	1,754	2,198	1,52	2,09	1,37	1,81	1,34	1,42	1,47	1,49
<i>Symphopappus cuneatus</i>	1,65	2,55	1,64	2,63	1,64	2,54	1,64	2,51	1,63	2,45	1,72	2,64	1,50	2,46	1,232	2,126	1,33	2,37	1,42	2,39	1,34	2,35	1,31	2,35
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i>	1,60	3,02	1,83	3,40	1,87	3,52	1,87	3,48	1,86	3,39	1,86	3,31	1,87	3,22	1,71	3,12	1,76	3,34	1,61	3,23	1,74	3,48	1,91	3,60
<i>Trichanthecium cyanescens</i>	1,42	2,19	1,36	2,26	1,36	2,19	1,36	2,16	1,35	2,11	1,35	2,06	1,45	2,44	1,327	2,362	1,29	2,35	1,23	2,30	1,14	2,44	1,04	2,41
<i>Ilex asperula</i>	1,38	0,93	1,41	0,93	1,41	0,92	1,40	0,91	1,40	0,90	1,39	0,89	1,40	0,89	1,42	0,90	1,43	0,90	1,42	0,90	1,49	0,93	1,64	1,01
<i>Graziella multifida</i>	1,05	2,25	0,99	2,08	1,08	2,26	1,12	2,47	1,12	2,40	1,11	2,34	1,12	2,27	1,14	2,27	1,14	2,28	1,14	2,25	1,14	2,25	1,25	2,33
<i>Myrcia pulchra</i>	1,05	1,02	1,13	1,24	1,12	1,21	1,12	1,20	1,12	1,17	1,11	1,15	1,12	1,13	1,14	1,13	1,14	1,14	1,14	1,13	1,19	1,16	1,31	1,22
<i>Vernonanthura crassa</i>	0,96	1,22	1,03	1,42	1,03	1,38	1,03	1,36	1,02	1,33	1,02	1,30	0,93	1,23	0,900	1,205	0,90	1,21	0,95	1,22	0,99	1,24	1,09	1,30
<i>Chromolaena palmaris</i>	0,92	1,20	0,85	1,33	0,84	1,28	0,89	1,50	0,88	1,47	0,88	1,43	0,93	1,61	0,95	1,61	0,95	1,61	0,95	1,59	0,99	1,62	1,04	1,65
<i>Tibouchina hatschbachii</i>	0,69	0,59	0,70	0,58	0,70	0,57	0,70	0,56	0,70	0,55	0,70	0,55	0,70	0,54	0,711	0,544	0,95	0,67	0,95	0,66	0,99	0,68	0,98	0,68
<i>Banisteriopsis campestris</i>	0,46	0,72	0,47	0,69	0,47	0,67	0,47	0,66	0,47	0,64	0,46	0,63	0,47	0,61	0,47	0,61	0,48	0,62	0,47	0,61	0,45	0,60	0,44	0,60
<i>Dyckia tuberosa</i>	0,46	0,48	0,47	0,46	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,44	0,46	0,43	0,47	0,42	0,47	0,43	0,48	0,43	0,47	0,42	0,50	0,44	0,55	0,46
<i>Leandra lacunosa</i>	0,46	0,48	0,47	0,46	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,44	0,46	0,43	0,47	0,42	0,47	0,43	0,48	0,43	0,47	0,42	0,45	0,41	0,44	0,41
<i>Paspalum</i> sp.1	0,46	0,48	0,47	0,46	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,44	0,46	0,43	0,47	0,42	0,47	0,43	0,48	0,43	0,47	0,42	0,50	0,44	0,33	0,35
<i>Schizachyrium tenerum</i>	0,46	0,48	0,47	0,46	0,47	0,45	0,47	0,45	0,47	0,45	0,51	0,67	0,51	0,65	0,52	0,64	0,52	0,64	0,62	0,87	0,60	0,86	0,55	0,84
<i>Trachypogon spicatus</i>	0,32	0,41	0,33	0,39	0,33	0,38	0,33	0,38	0,33	0,37	0,32	0,36	0,42	0,59	0,521	0,827	0,57	1,04	0,76	1,69	0,70	1,65	0,76	1,89
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	0,28	0,63	0,33	0,84	0,33	0,81	0,33	0,80	0,33	0,78	0,32	0,76	0,33	0,73	0,237	0,685	0,24	0,69	0,19	0,65	0,20	0,66	0,22	0,68
<i>Borreria poaya</i>	0,23	1,35	0,28	1,50	0,28	1,43	0,28	1,41	0,28	1,37	0,32	1,55	0,33	1,49	0,33	1,49	0,33	1,49	0,33	1,47	0,35	1,48	0,38	1,51
<i>Indeterminada</i> sp.1a	0,23	0,36	0,23	0,34	0,23	0,33	0,23	0,33	0,23	0,32	0,23	0,31	0,23	0,31	0,24	0,31	0,24	0,31	0,24	0,31	0,25	0,31	0,27	0,33

GU, FR

Especies*	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI
<i>Paepalanthus albo-vaginatus</i>	0,23	0,36	0,23	0,34	0,23	0,33	0,23	0,33	0,23	0,32	0,23	0,31	0,23	0,31	0,24	0,31	0,24	0,31	0,24	0,31	0,25	0,31	0,27	0,33
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,23	0,36	0,33	0,62	0,33	0,59	0,33	0,59	0,33	0,57	0,42	0,80	0,47	0,99	0,47	0,99	0,48	1,00	0,47	0,98	0,45	1,16	0,44	0,97
Poaceae sp.3	0,23	0,36	0,23	0,34	0,23	0,33	0,23	0,33	0,23	0,32	0,32	0,56	0,33	0,54	0,332	0,543	0,10	0,24	0,09	0,23	0,15	0,45	0,16	0,46
<i>Hypenia macrantha</i>	0,18	0,58	0,19	0,55	0,19	0,52	0,19	0,52	0,19	0,50	0,19	0,49	0,19	0,47	0,19	0,47	0,19	0,47	0,19	0,47	0,15	0,26	0,16	0,27
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	0,14	0,81	0,19	1,00	0,23	1,19	0,23	1,18	0,23	1,14	0,23	1,11	0,28	1,28	0,284	1,274	0,29	1,28	0,28	1,26	0,30	1,27	0,33	1,30
<i>Calibrachoa ericifolia</i>	0,09	0,29	0,09	0,27	0,09	0,26	0,09	0,26	0,09	0,25	0,09	0,24	0,09	0,24	0,09	0,24	0,10	0,24	0,09	0,23	0,10	0,24	0,11	0,24
<i>Kyllinga brevifolia</i>	0,09	0,29	0,09	0,27	0,09	0,26	0,09	0,26	0,23	0,94	0,23	0,91	0,23	0,88	0,24	0,87	0,24	0,88	0,14	0,63	0,15	0,63	0,05	0,22
<i>Esterhazyia splendida</i>	0,05	0,27	0,05	0,25	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,23	0,05	0,22	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22
<i>Myrsine umbellata</i>	0,05	0,27	0,05	0,25	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,23	0,05	0,22	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22
<i>Inulopsis scaposa</i>	-	-	0,09	0,50	0,09	0,48	0,09	0,47	0,09	0,46	0,09	0,44	0,09	0,43	0,09	0,42	0,10	0,43	0,09	0,42	0,10	0,42	0,11	0,43
<i>Sisyrinchium restioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,23	0,73	0,23	0,71	0,23	0,69	0,237	0,685	0,24	0,69	0,24	0,68	0,25	0,68	0,27	0,70
<i>Rhynchospora globosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,23	0,09	0,44	0,19	0,85	0,190	0,850	0,19	0,85	0,14	0,63	0,15	0,63	0,16	0,65
<i>Richtera radiata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22
<i>Bulbostylis capillaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22
Poaceae sp.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,21	0,047	0,212	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,21	0,05	0,22
Poaceae sp.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,095	0,236	0,10	0,24	0,09	0,23	0,10	0,24	0,11	0,24
Asteraceae sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,22	0,05	0,21	0,05	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,21	0,05	0,21	-	-

Especies*	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr		
	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI			
<i>Axonopus siccus</i>	22,78	17,88	22,38	17,60	22,40	17,80	22,40	17,80	22,30	17,71	22,34	17,69	21,12	17,08	20,95	17,08	19,73	16,35	19,38	16,17	18,81	15,89	18,14	15,28	
<i>Aechmea distichantha</i>	12,79	9,97	12,84	9,95	12,82	9,87	12,82	9,87	12,82	9,85	12,79	9,81	12,82	9,83	12,66	9,79	12,25	9,52	11,90	9,35	12,01	9,40	12,02	9,43	
<i>Periandra mediterranea</i>	8,88	11,26	8,96	11,53	8,95	11,39	8,95	11,39	8,95	11,35	8,87	11,27	9,20	11,43	9,30	11,57	9,87	11,72	10,01	11,79	10,10	11,84	10,23	11,95	
<i>Dyckia tuberosa</i>	8,45	8,12	8,48	8,09	8,47	8,01	8,47	8,01	8,47	7,98	8,48	7,97	8,85	8,15	8,95	8,25	8,93	8,17	8,95	8,18	9,03	8,22	9,20	8,33	
<i>Epidendrum secundum</i>	8,01	8,88	8,04	8,83	8,03	8,73	8,03	8,73	8,03	8,70	7,99	8,66	7,89	8,61	7,63	8,53	7,84	8,55	7,95	8,81	7,92	8,59	8,07	8,69	
<i>Ocotea tristis</i>	4,58	3,92	4,60	3,90	4,60	3,87	4,60	3,87	4,60	3,86	4,60	3,85	4,63	3,87	4,58	3,86	4,62	3,85	4,69	3,89	4,62	3,85	4,71	3,91	
<i>Tillandsia tenuifolia</i>	3,91	4,55	3,92	4,53	3,92	4,48	3,92	4,48	3,92	4,46	3,92	4,45	4,07	4,52	4,02	4,52	4,10	4,52	4,16	4,55	4,20	4,57	4,28	4,62	
<i>Myrcia pulchra</i>	2,90	2,42	2,91	2,42	2,90	2,39	2,90	2,39	2,90	2,39	2,91	2,39	3,02	2,44	3,05	2,47	3,12	2,48	3,16	2,51	3,19	2,52	3,25	2,56	
<i>Tibouchina hatschbachii</i>	2,90	2,10	2,91	2,09	2,90	2,08	2,90	2,08	2,90	2,08	2,91	2,07	3,12	2,18	3,30	2,28	3,37	2,30	3,42	2,33	3,45	2,34	3,52	2,38	
<i>Myrcia venulosa</i>	2,80	2,70	2,81	2,69	2,81	2,66	2,81	2,66	2,81	2,65	2,81	2,65	2,71	2,60	2,95	2,73	3,01	2,74	3,05	2,76	3,08	2,78	3,14	2,81	
<i>Rhipsalis dissimilis</i>	2,46	2,85	2,47	2,84	2,47	2,81	2,47	2,81	2,47	2,80	2,52	3,12	2,51	3,12	2,49	3,13	2,49	3,10	2,42	3,06	2,44	3,07	2,38	3,05	
<i>Lagenocarpus rigidus</i>	2,41	2,18	2,52	2,22	2,52	2,20	2,52	2,20	2,52	2,20	2,52	2,19	2,36	2,11	2,75	2,32	2,70	2,28	2,79	2,32	2,82	2,33	2,87	2,37	
<i>Panicum sabulorum</i>	1,79	1,87	1,79	1,86	1,79	1,84	1,79	1,84	1,79	1,83	1,79	1,83	1,56	1,71	1,53	1,71	1,56	1,70	1,58	1,72	1,54	1,70	1,46	1,66	
<i>Mimosa gymnas</i>	1,69	2,14	1,70	2,13	1,69	2,10	1,69	2,10	1,69	2,10	1,70	2,09	1,76	2,12	1,78	2,15	1,92	2,20	1,95	2,21	1,97	2,22	2,00	2,24	
<i>Vriesea friburgensis</i>	1,59	2,10	1,60	2,10	1,60	2,06	1,60	2,06	1,60	2,05	1,60	2,04	1,66	2,07	1,68	2,10	1,71	2,09	1,74	2,21	1,75	2,11	1,79	2,14	
<i>Tillandsia crocata</i>	1,50	2,05	1,65	2,43	1,64	2,39	1,64	2,39	1,64	2,38	1,65	2,38	1,71	2,41	1,73	2,44	1,77	2,43	1,79	2,44	1,81	2,45	1,84	2,47	
<i>Serpocaulon vacillans</i>	1,45	2,35	1,26	2,23	1,26	2,20	1,26	2,20	1,26	2,19	1,26	2,18	1,31	2,21	1,32	2,23	1,35	2,22	1,37	2,23	1,38	2,23	1,41	2,26	
<i>Trichantheicum cyanescens</i>	1,45	1,70	1,45	1,69	1,45	1,67	1,45	1,67	1,45	1,66	1,45	1,66	1,51	1,69	1,47	1,68	1,51	1,68	1,42	1,64	1,43	1,64	1,35	1,61	
<i>Vernonanthurra crassa</i>	1,01	1,48	1,02	1,47	1,02	1,45	1,02	1,45	1,02	1,45	1,02	1,44	0,96	1,41	0,97	1,43	1,14	1,50	1,26	1,56	1,59	1,72	1,62	1,74	
<i>Peperonia catharinae</i>	0,97	1,78	0,97	1,77	1,02	2,08	1,02	2,08	1,02	2,07	1,02	2,06	1,06	2,08	1,17	2,16	1,19	2,14	1,21	2,15	1,22	2,15	1,14	2,12	
<i>Persea alba</i>	0,97	0,81	0,97	0,81	0,97	0,80	0,97	0,80	0,97	0,80	0,97	0,80	1,01	0,81	0,92	0,77	1,04	0,83	1,05	0,84	1,06	0,84	1,08	0,85	
<i>Sisyrinchium vaginatum</i>	0,82	1,38	0,82	1,37	0,82	1,35	0,82	1,35	0,82	1,35	0,82	1,34	0,80	1,33	0,61	1,25	0,57	1,21	0,58	1,22	0,80	1,17	0,49	1,18	
<i>Miconia albicans</i>	0,72	0,69	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,68	0,73	0,67	0,75	0,69	0,76	0,70	0,78	0,70	0,79	0,70	0,80	0,71	0,81	0,72	
<i>Symphypappus cuneatus</i>	0,72	1,01	0,73	1,00	0,73	0,99	0,73	0,99	0,82	1,35	0,82	1,34	0,85	1,36	0,81	1,35	0,73	1,29	0,68	1,27	0,58	1,22	0,43	0,84	
<i>Chamaecrista ramosa</i> var. <i>parvifoliola</i>	0,48	0,57	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,55	0,48	0,55	0,50	0,56	0,51	0,57	0,26	0,44	0,21	0,41	0,21	0,41	0,16	0,39	
<i>Cordia concolor</i>	0,48	0,57	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,55	0,48	0,55	0,50	0,56	0,51	0,57	0,52	0,57	0,53	0,57	0,53	0,57	0,54	0,58	
<i>Smilax campestris</i>	0,48	0,57	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,55	0,48	0,55	0,50	0,56	0,41	0,52	0,42	0,52	0,42	0,52	0,43	0,52	0,43	0,53	
<i>Hippeastrum psittacinum</i>	0,29	0,79	0,29	0,79	0,29	0,77	0,29	0,77	0,29	0,77	0,29	0,77	0,30	0,77	0,25	0,44	0,36	0,80	0,37	0,80	0,32	0,78	0,32	0,78	
<i>Cereus hildmannianus</i>	0,24	0,45	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,43	0,24	0,43	0,25	0,44	0,25	0,44	0,21	0,41	0,21	0,41	0,21	0,41	0,22	0,42	
<i>Hyptis sinuata</i>	0,24	0,45	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,43	0,24	0,43	0,25	0,44	0,31	0,47	0,31	0,46	0,32	0,47	0,32	0,47	0,32	0,47	
<i>Sinningia</i> sp.1	0,24	0,45	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,44	0,24	0,43	0,24	0,43	0,40	0,51	0,41	0,52	0,52	0,57	0,53	0,57	0,53	0,57	0,54	0,58	
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	-	-	-	-	0,05	0,34	0,05	0,34	0,05	0,34	0,05	0,33	0,05	0,34	-	-	0,05	0,33	0,05	0,33	0,05	0,34	0,05	0,34	
<i>Poaceae</i> sp.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,33	0,05	0,33	0,11	0,36	0,11	0,36	
<i>Myrsine umbellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,34

Espécies	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI		
<i>Calea parvifolia</i>	28,81	22,27	28,72	21,89	28,72	21,63	28,69	21,53	28,66	21,43	28,65	21,35	28,78	21,57	28,61	21,41	28,61	21,37	28,62	21,45	28,80	21,34	28,67	21,24
<i>Axonopus siccus</i>	24,83	21,54	24,75	21,11	24,67	20,76	24,32	20,49	24,17	20,32	24,07	20,18	24,17	20,42	24,03	20,26	23,94	20,16	23,96	20,26	24,03	20,07	24,18	20,10
<i>Pleopeltis leptopteris</i>	7,46	7,82	7,54	7,99	7,45	7,79	7,75	8,19	7,74	8,13	7,74	8,08	7,69	7,87	8,31	8,13	8,31	8,11	8,31	8,16	7,99	8,16	7,20	7,47
<i>Epidendrum secundum</i>	6,39	5,08	6,38	5,00	6,38	4,93	6,37	4,91	6,36	4,89	6,36	4,87	6,39	4,92	6,35	4,88	6,35	4,87	6,36	4,89	6,49	4,91	6,80	5,06
<i>Sisyrinchium wetsteinii</i>	5,23	6,39	5,13	6,18	5,08	6,03	5,12	6,01	5,12	5,97	5,12	5,93	5,14	6,02	4,93	5,87	4,93	5,86	4,93	5,90	4,86	5,76	5,33	6,26
<i>Calibrachoa parensis</i>	3,35	3,56	3,35	3,48	3,35	3,42	3,34	3,39	3,34	3,37	3,34	3,35	3,35	3,40	3,33	3,37	3,33	3,36	3,33	3,38	3,45	3,39	3,56	3,44
<i>Myrcia pulchra</i>	3,13	2,51	3,12	2,46	3,12	2,43	3,12	2,42	3,12	2,41	3,11	2,40	3,13	2,43	3,11	2,41	3,11	2,40	3,11	2,41	3,18	2,42	3,20	2,43
<i>Trachypogon spicatus</i>	2,72	3,56	2,63	3,42	2,59	3,33	2,63	3,33	2,67	3,61	2,67	3,58	2,68	3,64	2,67	3,61	2,71	3,61	2,76	3,66	2,52	3,20	2,36	3,11
<i>Symphopappus cuneatus</i>	2,64	3,52	2,72	4,07	2,72	4,27	2,76	4,25	2,76	4,22	2,76	4,19	2,77	4,26	2,75	4,22	2,80	4,51	2,76	4,23	2,74	4,15	2,76	4,14
<i>Vriesea friburgensis</i>	2,01	1,95	2,01	1,91	2,01	1,88	2,05	1,89	2,00	1,85	2,00	1,84	2,01	1,87	2,00	1,85	2,00	1,85	2,00	1,86	2,08	1,87	2,09	1,87
<i>Vernonanthura crassa</i>	1,56	1,41	1,56	1,38	1,56	1,36	1,34	1,24	1,34	1,24	1,33	1,23	1,34	1,24	1,33	1,23	1,33	1,23	1,33	1,24	1,37	1,24	1,38	1,24
<i>Aechmea distichantha</i>	1,34	0,98	1,34	0,97	1,34	0,96	1,34	0,96	1,34	0,95	1,33	0,95	1,34	0,96	1,33	0,95	1,33	0,95	1,33	0,95	1,33	0,94	1,33	0,94
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	1,21	2,80	1,34	3,38	1,43	3,91	1,47	3,90	1,47	3,86	1,47	3,82	1,25	3,50	1,24	3,46	1,24	3,45	1,24	3,48	1,19	3,65	1,11	3,59
<i>Myrsine umbellata</i>	1,12	1,19	1,12	1,16	1,12	1,14	1,11	1,13	1,11	1,12	1,11	1,12	1,12	1,13	1,11	1,12	1,11	1,12	1,11	1,13	1,10	1,11	1,11	1,11
<i>Urochloa decumbens</i>	0,89	1,08	0,89	1,05	0,98	1,36	0,98	1,35	0,98	1,34	0,98	1,33	0,98	1,35	0,98	1,34	0,98	1,34	0,98	1,35	0,97	1,32	0,93	1,30
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,67	1,28	0,71	1,56	0,71	1,52	0,62	1,46	0,62	1,45	0,62	1,43	0,63	1,46	0,62	1,45	0,62	1,44	0,62	1,45	0,62	1,98	0,53	1,92
<i>Stevia leptophylla</i>	0,67	1,91	0,67	1,84	0,67	1,79	0,67	1,77	0,67	1,75	0,67	1,74	0,67	1,77	0,67	1,75	0,67	1,75	0,67	1,76	0,66	1,72	0,67	1,71
<i>Swagrus romanzoffiana</i>	0,67	0,65	0,67	0,64	0,67	0,63	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,61	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,62	0,66	0,61	0,67	0,61
<i>Tillandsia stricta</i>	0,67	0,65	0,67	0,64	0,67	0,63	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,61	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,62	0,67	0,62	0,66	0,61	0,76	0,65
<i>Vitex megapotamica</i>	0,54	0,58	0,54	0,57	0,54	0,56	0,53	0,55	0,53	0,55	0,53	0,55	0,54	0,56	0,53	0,55	0,53	0,55	0,53	0,55	0,53	0,54	0,58	0,57
<i>Baccharis reticularia</i>	0,45	0,54	0,45	0,52	0,45	0,51	0,45	0,51	0,45	0,51	0,44	0,50	0,22	0,40	0,44	0,51	0,44	0,50	0,44	0,51	0,49	0,80	0,49	0,80
<i>Chromolaena congesta</i>	0,45	0,54	0,45	0,52	0,45	0,51	0,45	0,51	0,45	0,51	0,44	0,50	0,45	0,51	0,44	0,51	0,44	0,50	0,44	0,51	0,44	0,50	0,44	0,50
<i>Tradescantia cerinthoides</i>	0,31	0,79	0,31	0,76	0,31	0,74	0,31	0,73	0,31	0,72	0,31	0,72	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,27	0,69	0,27	0,69
<i>Trichantheum cyanescens</i>	0,31	1,10	0,31	1,06	0,36	1,34	0,36	1,33	0,36	1,31	0,44	1,63	0,45	1,66	0,49	1,95	0,49	1,94	0,49	1,96	0,40	1,87	0,36	1,84
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	0,27	0,45	0,27	0,44	0,27	0,42	0,27	0,42	0,27	0,42	0,27	0,41	0,27	0,42	0,27	0,42	0,27	0,42	0,27	0,42	0,27	0,41	0,27	0,41
<i>Rhannus sphaerosperma</i>	0,27	0,76	0,27	0,74	0,27	0,72	0,27	0,71	0,27	0,70	0,27	0,70	0,27	0,71	0,27	0,70	0,27	0,70	0,27	0,70	0,27	0,69	0,31	0,71
<i>Andropogon leucostachys</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,04	0,31	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,39	0,27	0,41
<i>Chloris gayana</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,39
<i>Esterhazyia splendida</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,39	0,04	0,30
<i>Leandra lacunosa</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,27	0,41	-	-

VV. FR

Espécies	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI
<i>Miconia hyemalis</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,39	0,27	0,41
<i>Microgramma squamulosa</i>	0,22	0,43	0,22	0,41	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,22	0,40	0,22	0,39	0,22	0,40	0,31	0,43	0,40	0,75
<i>Oxypetalum sublanatum</i>	0,22	1,06	0,22	1,02	0,22	0,98	0,22	0,97	0,22	0,96	0,22	0,95	0,22	0,97	0,22	0,96	0,22	0,96	0,22	0,97	0,13	0,62	0,27	0,96
<i>Allagoptera campestris</i>	0,13	0,38	0,13	0,37	0,13	0,36	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,34	0,18	0,37
<i>Bulbostylis capillaris</i>	0,13	0,38	0,13	0,37	0,13	0,36	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,13	0,35	0,22	0,67	0,22	0,66
<i>Serpocaulon vacillans</i>	0,13	0,38	0,13	0,37	0,13	0,36	0,13	0,36	0,13	0,36	0,13	0,35	0,13	0,36	0,13	0,35	0,13	0,36	0,13	0,36	0,71	0,31	0,71	0,71
<i>Portulaca micronata</i>	0,09	0,36	0,09	0,35	0,09	0,34	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,33	0,09	0,32	0,09	0,32
<i>Achyrocline satureioides</i>	-	-	0,04	0,32	0,04	0,31	0,04	0,31	0,04	0,31	0,04	0,30	0,04	0,31	0,04	0,31	0,04	0,30	0,04	0,31	0,04	0,30	0,04	0,30
<i>Rhynchospora globosa</i>	-	-	-	-	0,04	0,31	0,04	0,31	0,04	0,27	0,70	0,27	0,70	0,22	0,40	0,27	0,70	0,27	0,40	0,22	0,39	0,22	0,39	0,39
<i>Baccharis</i> sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,04	0,30	0,45	0,51	0,04	0,31	0,04	0,31	0,04	0,30	0,13	0,34	0,34

VV.RR

Especies *	Mai		Jun		Jul		Ago		Set		Out		Nov		Dez		Jan		Fev		Mar		Abr	
	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI	CR	PI
<i>Axonopus sicus</i>	24,19	21,05	24,13	20,89	23,73	20,32	23,73	20,26	23,63	20,03	23,51	19,81	23,37	19,63	23,33	19,61	22,66	19,17	22,10	18,89	21,87	18,73	21,77	18,68
<i>Aechmea distichantha</i>	21,90	15,80	21,88	15,72	21,73	15,44	21,68	15,39	21,67	15,29	21,64	15,18	21,68	15,15	21,68	15,14	21,76	15,13	21,91	15,21	21,82	15,13	21,72	15,08
<i>Epidendrum vacillans</i>	15,53	14,85	15,61	15,16	15,49	14,79	15,49	14,74	15,40	14,55	15,38	14,40	15,41	14,33	15,43	14,34	15,59	14,33	15,76	14,42	15,83	14,41	15,88	14,43
<i>Serpocaulon vacillans</i>	3,95	6,08	3,95	6,02	3,92	5,83	3,92	5,81	3,92	5,73	3,91	5,65	3,92	5,60	3,93	5,60	3,87	5,53	4,01	5,60	4,03	5,58	4,05	5,60
<i>Sisyrinchium wetsteinii</i>	3,50	3,99	3,50	3,95	3,70	4,31	3,70	4,30	3,69	4,24	3,69	4,19	3,70	4,17	3,70	4,17	3,78	4,51	3,83	4,53	3,89	4,54	3,91	4,55
<i>Symphopappus cuneatus</i>	3,28	5,00	3,27	4,95	3,70	5,37	3,70	5,34	3,69	5,27	3,69	5,20	3,70	5,16	3,70	5,16	3,74	5,14	3,78	5,16	3,80	5,15	3,82	5,16
<i>Rhamnus sphaerosperma</i>	3,14	3,06	3,14	3,04	3,12	2,97	3,12	2,96	3,12	2,93	3,11	2,90	3,12	2,88	3,12	2,89	3,24	3,26	3,28	3,27	3,29	3,27	3,31	3,28
<i>Vriesea friburgensis</i>	2,87	2,93	2,87	2,91	2,85	2,83	2,85	2,82	2,85	2,79	2,84	2,76	2,85	2,75	2,85	2,75	2,88	2,75	2,73	2,67	2,74	2,67	2,76	2,68
<i>Calea parvifolia</i>	2,56	2,77	2,56	2,75	2,54	2,68	2,54	2,67	2,54	2,64	2,53	2,61	2,54	2,59	2,54	2,60	2,57	2,59	2,60	2,61	2,61	2,60	2,62	2,61
<i>Pleopeltis leptopteris</i>	2,47	4,22	2,47	4,17	2,54	4,44	2,54	4,42	2,54	4,35	2,53	4,29	2,45	4,20	2,41	4,18	2,43	4,16	2,46	4,17	2,47	4,16	2,49	4,16
<i>Baccharis reticularia</i>	2,24	2,24	2,24	2,22	2,23	2,17	2,23	2,16	2,23	2,14	2,22	2,12	2,23	2,11	2,23	2,11	2,25	2,11	2,14	2,05	2,15	2,05	2,07	2,01
<i>Urochloa decumbens</i>	2,15	1,45	2,15	1,44	2,14	1,42	2,14	1,42	2,14	1,41	2,13	1,40	2,14	1,40	2,14	1,40	2,16	1,41	2,19	1,42	2,20	1,42	2,21	1,43
<i>Hippeastrum psittacium</i>	1,80	1,64	1,79	1,63	1,78	1,59	1,78	1,59	1,87	1,96	1,87	1,94	1,87	1,93	1,87	1,93	1,89	1,93	1,91	1,94	1,92	1,93	1,93	1,94
<i>Styragrus romanzoffiana</i>	1,80	1,64	1,79	1,63	1,78	1,59	1,78	1,59	1,78	1,58	1,78	1,56	1,78	1,55	1,78	1,55	1,80	1,55	1,82	1,56	1,83	1,56	1,84	1,57
<i>Myrcia pulchra</i>	1,57	1,53	1,57	1,52	1,56	1,48	1,56	1,48	1,56	1,46	1,56	1,45	1,56	1,44	1,56	1,44	1,58	1,44	1,59	1,45	1,60	1,45	1,61	1,45
<i>Rhipsalis dissimilis</i>	1,44	1,84	1,43	1,82	1,42	1,77	1,42	1,76	1,42	1,74	1,42	1,72	1,42	1,71	1,43	1,71	1,44	1,70	1,46	1,71	1,46	1,71	1,47	1,71
<i>Calibrachoa parnanensis</i>	0,90	1,20	0,94	1,57	0,93	1,52	0,93	1,52	0,93	1,49	0,93	1,47	0,93	1,46	0,94	1,46	0,95	1,45	0,96	1,46	0,96	1,45	0,97	1,46
<i>Leandra australis</i>	0,76	1,13	0,76	1,12	0,76	1,08	0,76	1,08	0,76	1,06	0,76	1,05	0,76	1,04	0,76	1,04	0,77	1,04	0,77	1,04	0,78	1,04	0,78	1,04
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	0,67	0,71	0,67	0,70	0,67	0,69	0,67	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,66	0,68	0,67	0,69	0,67	0,69	0,67
<i>Tibouchina frigidula</i>	0,67	0,71	0,67	0,70	0,67	0,69	0,67	0,68	0,67	0,68	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,68	0,66	0,68	0,67	0,69	0,67	0,69	0,67
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,45	0,97	0,45	0,96	0,45	0,93	0,45	0,92	0,45	0,91	0,44	0,89	0,45	0,88	0,45	0,89	0,45	0,88	0,46	0,88	0,46	0,88	0,46	0,88
<i>Peperomia catharinae</i>	0,45	0,60	0,45	0,59	0,58	1,35	0,58	1,34	0,58	1,32	0,58	1,30	0,58	1,28	0,58	1,28	0,59	1,27	0,59	1,28	0,59	1,27	0,60	1,27
<i>Praxelis sanctopaulensis</i>	0,45	0,60	0,45	0,59	0,45	0,57	0,45	0,57	0,45	0,56	0,58	1,30	0,62	1,64	0,62	1,64	0,63	1,62	0,64	1,63	0,69	1,97	0,69	1,97
<i>Tillandsia crocata</i>	0,27	0,88	0,27	0,87	0,27	0,84	0,27	0,83	0,27	0,82	0,27	0,80	0,27	0,80	0,27	0,80	0,27	0,79	0,27	0,79	0,27	0,79	0,28	0,79
<i>Leandra lacunosa</i>	0,22	0,49	0,22	0,48	0,22	0,46	0,22	0,46	0,22	0,45	0,22	0,45	0,22	0,44	0,22	0,44	0,23	0,44	0,23	0,44	0,23	0,44	0,23	0,44
<i>Sinningia canescens</i>	0,22	0,49	0,22	0,48	0,22	0,46	0,27	0,83	0,36	1,21	0,36	1,18	0,36	1,17	0,36	1,17	0,36	1,16	0,36	1,16	0,37	1,16	0,37	1,16
<i>Miconia pauciflora</i>	0,18	0,46	0,18	0,46	0,18	0,44	0,18	0,44	0,18	0,43	0,18	0,42	0,18	0,42	0,18	0,42	0,18	0,42	0,18	0,42	0,18	0,42	0,18	0,42
<i>Miconia hyemalis</i>	0,13	0,44	0,13	0,43	0,13	0,42	0,13	0,42	0,13	0,41	0,13	0,40	0,13	0,40	0,13	0,40	0,14	0,39	0,14	0,40	0,14	0,39	0,14	0,39
<i>Myrsine umbellata</i>	0,09	0,42	0,09	0,41	0,09	0,40	0,09	0,39	0,13	0,75	0,13	0,74	0,13	0,73	0,13	0,73	0,14	0,72	0,14	0,72	0,14	0,72	0,14	0,72
<i>Tradescantia cerinthisoides</i>	0,09	0,42	0,09	0,41	0,09	0,40	0,09	0,39	0,09	0,39	0,09	0,38	0,09	0,38	0,09	0,38	0,09	0,37	0,09	0,37	0,09	0,37	0,09	0,37
<i>Oxypetalum sublanatum</i>	0,04	0,40	0,04	0,39	0,09	0,75	0,09	0,74	0,09	0,73	0,09	0,72	0,09	0,71	0,09	0,71	0,09	0,70	0,09	0,70	0,09	0,70	0,09	0,70
Poaceae sp.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09	0,37	0,09	0,37	0,09	0,37	0,09	0,37
<i>Bulbostylis capillaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	0,35	0,05	0,35	0,05	0,35	0,05	0,35

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSON, W. G.; TAYLOR, T. N. **Plant-animal interactions**. [S. I.]: McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology. 2011.
- APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.181, n.1, p. 1-20, 2016.
- ALVES, R. J. V.; SILVA, N. G.; OLIVEIRA, J. A.; MEDEIROS, D. Circumscribing campo rupestre megadiverse Brazilian rocky montane savannas. Brazil. **Journal Biology**, v. 74, p. 355–362, 2014.
- ANDRADE, P. M.; GONTIJO, T. A.; GRANDI, T. S. M. Composição florística e aspectos estruturais de uma área de Campo Rupestre do Morro do Chapéu, Nova Lima, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p.13-21, 1986.
- ANTUNES, D. S. **Fenologia e síndromes de dispersão e polinização de espécies de plantas de campos rupestres quartzíticos em Minas Gerais**. 2013. 50f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. 2013.
- BAKKER, J. P.; OLFF, H.; WILLEMS, J. H.; ZOBEL, M. Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? **Journal of Vegetation Science**, v. 7, p. 147-156, 1996. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3236314>.
- BASTOS, M. N. C. A flora “rupestre” da Serra de Carajás (Gramineae): II gênero *Axonopus* P. Beauv. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi, Série Botânica**, v. 7, p. 473-483, 1991.
- BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Florística do cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 16, p. 49-64, 1997. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v16i0p49-64>.
- BATALHA, M. A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Variações fenológicas das espécies do Cerrado em Emas (Pirassununga, SP). **Acta Botânica Brasilica**, v.11, p. 61-78, 1997.
- BATALHA, M.A.; MANTOVANI, W. Reproductive phenological patterns of cerrado plant species at the Pé-de-Gigante Reserve (Santa Rita do Passa Quatro, SP, Brazil): a comparasion between herbaceous and wood floras. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n.1, p. 129-145, 2000.

BATALHA, M.A.; MARTINS, F.R. Reproductive phenology of the cerrado plant community in Emas National Park. **Australian Journal of Botany**, v. 52, n. 2, p. 149-16, 2004.

BAWA, K. S.; WEBB, C. J. Flower, fruit and seed abortion in tropical forest trees: implications for the evolution of paternal and maternal reproductive patterns. **American Journal of Botany**, v. 71, n. 5, p. 736-751, 1984.

BLAUD, A.; DIOUF, F.; HERRMANN, A. M.; LERCH, T. Z. Analysing the effect of soil organic matter on bacterial communities using T-RFLP fingerprinting: different methods, different stories? **Biology and Fertility of Soils**, v.51, p. 959-971, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00374-015-1041-0>

BEHLING, H.; PILLAR, V. D. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions Royal Society**, v. 362, p. 243-251, 2007.

BELO, R.M.; NEGREIROS, D.; FERNANDES, W.; SILVEIRA, F.A.O.; RANIERI, B.D.; MORELATO, P.C. Fenologia reprodutiva e vegetativa de arbustos endêmicos de campo rupestre na Serra do Cipó, Sudeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n.4, p. 817-828, 2013.

BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, L.P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Brazilian Journal of Botany**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.

BIEDINGER, N.; POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. Vascular plants on inselbergs: vegetative and reproductive strategies. In: Inselbergs. POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W (eds.) **Ecological Studies**, Springer-Verlag, Berlin. 2000.

BIONDI, D., LEAL, L.; BATISTA, A. Fenologia do florescimento e frutificação de espécies nativas dos Campos. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 269-276, 2007.

BOON, R.; COCKBURN, J.; DOUWES, E.; GOVENDER, N.; GROUND, L.; MCLEAN, C.; ROBERTS, D.; ROUGET, M.; SLOTOU, R. Managing a threatened savanna ecosystem (KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld) in an urban biodiversity hotspot: Durban, South Africa. **Bothalia**, v.46, n. 2, p. 2112, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. Brasília, 18 de julho de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Análise e sugestão de Emendas à Proposta de Resolução sobre parâmetros básicos para identificação e análise de vegetação primária e dos estágios sucessionais da vegetação secundária em campos de altitude associados ou abrangidos pela Mata Atlântica. **Ministério do meio Ambiente (MMA)**. NOTA TÉCNICA: nº 007/SBF/2008.

BURROWS, C. J. **Processes of vegetation change**. Urwin Hyman, London, 1990. 551p.

CAIAFA, N. A.; SILVA, A. F. Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais – Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005.

CAMPOS, J. B.; DALCOMUNE, M. A. O Parque Estadual Vila Velha. In: BERTOL, O. T.; CARPANEZZI, J. B. C. (Org.). **Coletânea de Pesquisas: Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Curitiba: IAP, 2011, p. 15-22.

CARAMARI, P. H. Climatologia. In: **Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. , p.136-174, 2004.

CARMO, F. F. **Padrões de diversidade, composição florística e estrutura de comunidades de plantas em afloramentos rochosos, quadrilátero ferrífero, Brasil**. 2014, 160f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais. 2014.

CARMO, M. R. B. **Caracterização fitofisionômica do Parque Estadual do Guartelá, Município de Tibagi, Estado do Paraná**. 2006. 142 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo. 2006.

CARMO, M. R. B.; ANDRADE, A. L. P.; SANTOS, G.; ASSIS, M. A. Análise estrutural em relictos de Cerrado no Parque Estadual do Guartelá, município de Tibagi, estado do Paraná, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 22, p. 505-517, 2012.

CARMO, M. R. B.; LUZ, P. M.; LIMA, B. N. S. A vegetação rupestre. In: GEALH, A. M.; MELO, M. S. (Orgs.). **Rio São João, Carambeí, PR: fonte de vida, cuidados devidos**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2014, p. 101-110.

CERVI, A.C.; SCHWARTZ, E. A.; GUIMARÃES, O. A. Levantamento florístico de um campo do Primeiro Planalto Paranaense. Curitiba - Paraná, Brasil. **Sellowia**, v.53, n. 55, p. 29-50, 2003.

CERVI, A. C.; LINSINGEN, L.V.; HATSCHBACH, G.; RIBAS, O. S. A vegetação do Parque Estadual de Vila Velha, Município de Ponta Grossa, Paraná, Brasil. **Boletim do Museu Botânico Municipal**, v. 69, p.1-52, 2007.

CHAO, A.; JOST, L. Estimating diversity and entropy profiles via discovery rates of new species. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 6, p. 873-882, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/2041-210X.12349>

CIANCIARUSO, M. V.; BATALHA, M. A. A year in a Cerrado wet grassland: a non-seasonal island in a seasonal savanna environment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 1519-6984, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000300005>.

CNCFLOA. *Barbacenia paranaensis* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012. **Centro Nacional de Conservação da Flora**. Disponível em: <[http://cncfloa.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia paranaensis](http://cncfloa.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Barbacenia%20paranaensis)>. Acesso em: 23 ago. 2017.

COELHO, A.G.; MACHADO, C.G. 2009. Fenologia reprodutiva de *Prepusa montana* Mart. (Gentianaceae) em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, p. 405-410, 2009.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M. Composição florística e aspectos estruturais de campo rupestre em dois platôs do Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Hoehnea**, v. 29, p. 34-48, 2002.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R. Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, V. 23, p. 85-111, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v23i>.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J.R. Diversidade em quatro áreas de campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil: espécies distintas, mas riquezas similares. **Rodriguésia**, v. 58, p. 193-206, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A. Plant ecology in ‘campos rupestres’ of the Chapada Diamantina, Bahia. In: QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A.; GIULIETTI, A. M. (Org.). **Towards greater knowledge of the brazilian semi-arid biodiversity**. Ministério da ciência e tecnologia, Brasília. 2006, p. 63-67.

CONCEIÇÃO, A. A.; GIULIETTI, A. M.; MEIRELLES, S. T. Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito-arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, p. 335-347, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; FUNCH, L.S.; PIRANI, J.R. Reproductive phenology, pollination and seed dispersal syndromes on sandstone outcrop vegetation in the "Chapada Diamantina", northeastern Brazil: population and community analyses. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, p. 475-485, 2007.

CONCEIÇÃO, A. A.; RAPINI, A.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R.; SILVA, T. R. S.; FUNCH, R.; SANTOS, A. K.A.; CORREIA, C.; ANDRADE, I. M.; COSTA, J. A. S.; SOUZA, L. R. S.; ANDRADE, M. J. G.; FREITAS, T. A.; FREITAS, A. M. M.; OLIVEIRA, A. A. Campos rupestres. In: JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; FRANCA-ROCHA W. (Eds.) **Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina**. Biodiversidade. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, v. 13, p. 153-180, 2014.

CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 59-72.

CURCIO, G. C.; PIRES, D. R. J.; BOGNOLLA, I. A. Solos. In: **Plano de manejo Parque Estadual de Vila Velha**. Curitiba: IAP - Instituto Ambiental do Paraná, SEMA - Secretaria do Estado e do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2004, p.136-174.

DALAZOANA, K.; M. A. SILVA; R. S. MORO. Comparação de três fisionomias de campo natural do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 577- 695. 2007.

DALAZOANA, K.; MORO, R.S. Riqueza específica em áreas de campo nativo impactada por visitação turística e pastejo no Parque Nacional dos Campos Gerais, Pr. **Floresta**, v. 41, p. 387-396, 2011.

DAUBENMIRE, R. **Plant communities**. New Yord, Harper and Row Pub. 1968. 300p.

DÍAZ, S.; ACOSTA, A.; CABIDO, M. Grazing and the phenology of flowering and fruiting in a montane grassland in Argentina: niche approach. **OIKOS**, v. 70, p. 287-295, 1994.

DRURY, C. C.; RAMDHANI, S.; NAIDOO, S.; CARBUTT, C.; BOODHRAJ, R.; MBATHA, P. Alot gone but still hanging on: floristics of remnant patches of endangered KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld. **Bothalia**, v. 46, n. 2, p. a2110, 2016.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological monographs**, v. 67, n. 3, p. 345–366, 1997. DOI: <http://www.jstor.org/stable/2963459>.

DÜMIG, A.; SCHAD, P.; RUMPEL, C.; DIGNAC, M. F.; KÖGEL-KNABNER, I. Araucaria forest expansion on grassland in the southern Brazilian highlands as revealed by ^{14}C and $\delta^{13}\text{C}$ studies. **Geoderma**, v.145, p. 158-173, 2008.

DUTRA, V. F.; MESSIAS, M. C. T. B.; GARCIA, F. C. Papilionoideae (Leguminosae) nos campos ferruginosos do Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil: florística e fenologia. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 493-504, 2005.

ECHTERNACHT, L.; TROVÓ, M.; OLIVEIRA, C. T.; PIRANI, J. R. Areas of endemism in the Espinhaço range in Minas Gerais, Brazil. **Flora**, v. 206, p. 782-791, 2011.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EUGENIO, C. U. O.; MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Dinâmica temporal do estrato herbáceo-arbustivo de uma área de campo limpo úmido em Alto Paraíso de Goiás, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 497-507, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000200025>.

FALKENBERG, D. **Matinhas nebulares e vegetação rupícola dos Aparados da Serra Geral (SC/RS), Sul do Brasil**. 2003. 558 f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FELFILI, J. M. Determinação de padrões de distribuição de espécies em uma Mata de galeria no Brasil Central, com a utilização de técnicas de análise multivariada. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 2, p. 35-48, 1998.

FERRI, M. G. **Vegetação brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1980.

FIASCHI, P.; PIRANI, J. R. Review of plant biogeographic studies in Brazil. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 47, p. 477-496, 2009.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica. 1984.

FLORA DO BRASIL 2020 EM CONSTRUÇÃO. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. Disponível em: < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em 20 jul. 2017.

FOSSSEN, H. **Structural Geology**. Cambridge University. Press, Cambridge. 2010.

FOURNIER, L.A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. **Turrialba**, v. 24, p. 422-423, 1974.

GARCIA, L. C. **Fenologia de espécies da canga em Barão de Cocais, quadrilátero ferrífero de Minas Gerais**. 2007, 123f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre). Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2007.

GARCIA, Q. S.; JACOBI, C.M.; RIBEIRO, B.A. Resposta germinativa de duas espécies de *Vellozia* (Velloziaceae) dos campos rupestres de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 451-456, 2007.

GIULIETTI, A. M.; MENEZES, N. L.; PIRANI, J. R.; MEGURO, M.; WANDERLEY, M. G. L. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 9, p. 1-151, 1987.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Patterns of geographic distribution of some plant species from the Espinhaço Range, Minas Gerais and Bahia, Brazil. In: VANZOLINI, P.E.; HEYER, W. R. (Org.). **Proceedings of a workshop on neotropical distribution patterns**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências. 1988, p. 39-69.

GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço range region: eastern Brazil. In: **Centre of plants diversity: a guide and strategy for their conservation**. In: DAVIS, S. D.; HERRERA-MACBRYDE, V. H. H.; VILLA-LOBOS, J.; HAMILTON, A. C (Eds.). World Wildlife Fund / World Conservation Union, Cambridge, UK, 1997, p. 397-404.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. G. L.; PIRANI, J. R. Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Eds.). **Tópicos Atuais de Botânica**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos, 2000, p. 311-318.

GOTTSBERGER, G.; SILLBERBAUER-GOTTSBERGER, I. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. **Sonderband des Natuwissenschaftlichen Vereins in Hamburg**, v. 7, p. 315-352, 1983.

GROBER, A.; HUBER, O. Rock outcrop habitats in the Venezuela Guayana low lands: their main vegetation types and floristic components. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 599-609, 2007.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; MELEK, P. R. Geologia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 23-32.

HATSCHBACH, G.; MOREIRA-FILHO, H. Catálogo florístico do Parque Estadual de Vila Velha (Estado do Paraná-Brasil). **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, v. 28, p. 1-53, 1972.

HEIDEMAN, P.D. Temporal and spatial variation in the phenology of flowering and fruiting in a tropical rainforest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 77, p. 1059-1079, 1989.

IAP - Instituto Ambiental do Paraná. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Guartelá**. Curitiba. 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. 2ed. Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 2012.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; VINCENT, R.C.; STEHMANN, J. R. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n.7, p. 2185-2200, 2007.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade**, v. 4, p. 24-32, 2008.

JANZEN, D. H. Seeding patterns of tropical trees. In: TOMMILINSON, P. B.; ZIMMERMANN, M. H. (Eds.) **Tropical trees as living systems**. Cambridge: Cambridge University, p. 88-128, 1976.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo e Polígono. 1970.

JOST, L. Entropy and diversity. **Oikos**, v. 113, p.363-375, 2006.

KLEIN, R. M.; HATSCHBACH, G. Fitofisionomia e notas complementares sobre o mapa fitogeográfico de Quero-Quero (Paraná). **Boletim Paranaense Geociências**, v. 28-29, p. 159-188, 1971.

KOEPPEN, W. **Climatologia**. Cidade do México, Fundo de Cultura Econômica. 1948.

KOZERA, C.; KUNIYOSHI, I.S.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Composição florística de uma formação pioneira com Influência fluvial em Balsa Nova, PR, Brasil. **Floresta**, v. 39, p. 309-322, 2009.

LAMBRINOS, J. G.; KLEIER, C. C.; RUNDEL, P. W. Plant community variation across a puna landscape in the Chilean Andes. **Revista Chilena de história natural**, v. 79, p. 233-243, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. EPU. São Paulo. 1986.

LAVERGNE, S.; THOMPSON, J. D.; GARNIER, E.; DEBUSSCHE, M. The biology and ecology of narrow endemic and widespread plants: a comparative study of trait variation in 20 congeneric pairs. **Oikos**, v. 107, p. 505-518, 2004.

LE STRADIC, S. **Composition, phenology and restoration of campo rupestre mountain grasslands - Brazil**. 2012. 265f. Tese (Doutorado em ecologia e conservação da vida silvestre). Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, FR e Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. 2012.

LEMES, F. O. A. **Relações florísticas, fitossociológicas e aspectos edáficos de comunidades de campos rupestres da Serra do Itacolomi e Serra do Ouro Branco, Minas Gerais**. 2009. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

LETENSKI, R.; GUIMARÃES, G.B.; PIEKARZ, G.F.; MELO M. S. Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução. **Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v. 2, n.1, p. 5-15, 2009.

LETENSKI, R.; MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; PIEKARZ, G. F. Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução In: BERTOL, O. T.; CARPANEZZI, J. B. C (Org.). **Coletânea de Pesquisas: Parque Estadual de Vila Velha, Cerrado e Guartelá**. Curitiba: IAP, 2011, p. 239-248.

LENZA, E.; KLINK, C.A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 4, 627- 638, 2006.

LUZ, P. M. **Avaliação fenológica da vegetação rupestre na bacia do Rio São João, Carambei, PR**. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2011.

LUZ, P. M. **Biologia reprodutiva e genética de populações de *Barbacenia paranaensis* L.B.Sm. (Velloziaceae), espécie endêmica e ameaçada de extinção no Paraná.** 2014. 74 f. Dissertação (Mestrado em botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solo e vegetação do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 2, p.102-200, 1948.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MAIA, F. R. **Sistemas reprodutivos e visitantes florais em Melastomataceae dos campos rupestres no limite sul do cerrado, Tibagi, Paraná.** 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em botânica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MAJOR, J. Endemism, a botanical perspective. In: MYERS, A. A.; GILLER, P. S. (Eds). **Analytical biogeography: an integrated approach to the study of animal and plant distributions.** London: Chapman & Hall. P, 1988, p. 117-146.

MAGALHÃES, G. M. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, p. 59-70, 1966.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R.. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Moji Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112, 1988.

MARCILIO-SILVA, V.; PILLAR V. D.; MARQUES, M. C. M. Functional turnover and community assemblage during tropical forest succession. **Community Ecology**, v. 17, n.1, p. 88-97, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1556/168.2016.17.1.11>.

MARES, M. A. The geobiological interface: granitic outcrops as a selective force in mamalian evolution. **The Journal of The Royal Society of Western Australia**, v. 80, p. 131-13, 1997.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C.; NATAL, C. M. Fenologia de espécies nativas com potencial paisagístico. **Semina**, v. 31, n. 1, p. 75-84, 2010.

MARQUES, A.R.; LEMOS-FILHO, J. P. Fenologia reprodutiva de espécies de bromélias na Serra da Piedade, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 417-424, 2008.

MCARDLE, B. H.; ANDERSON, M. J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, v. 82, n. 1, p. 290-297, 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[0290:FMMTCD\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[0290:FMMTCD]2.0.CO;2).

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, v. 26, n.1, p. 10-20, 1999.

MELO, M. S. Canyon Guartelá. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Eds.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: DNPM. 2002, p. 279 -288.

MELO, M. S. **Formas rochosas do Parque Estadual de Vila Velha**. Ponta Grossa: Ed. UEPG. 2006.

MELO, M. S.; BOSETTI, E. P.; GODOY, L. C.; PILATTI, F. Vila Velha, PR: impressionante relevo ruiforme. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN M. (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. Brasília, DNPM-CPRM-SIGEP, 2002, p. 269-277.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G.B.; RAMOS, A.F.; PRIETRO, C.C. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: Melo MS, Moro RS, Guimarães GB. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG. 2007, p. 49-58.

MELO, M.S., GUIMARÃES, G.B., PONTES, H.S., MASSUQUETO, L.L., FIGURIM, I., BAGATIM, H.Q. & GIANNINI, P.C.F. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da formação furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. SBE – Campinas, SP. **Espeleo-Tema**, v. 22, n 1, p. 81-97, 2011.

MELLO-SILVA, R. Velloziaceae. In: GIULIETTI, A. M.; RAPINI, A.; ANDRADE, M. J. G.; QUEIROZ, L. P.; SILVA, J. M. C. **Plantas Raras do Brasil**. Conservação Internacional, Belo Horizonte. 2009, p. 392-398.

MEGURO, M.; PIRANI, J. R.; GIULIETTI, A. M.; MELLO-SILVA, R. Phytophysognomy and compositon of the vegetation of Serra do Ambrósio, Minas Gerais, Brazil. **Revista brasileira de Botânica**, v. 17, p. 149-166, 1994.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J.M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. Flora vascular do cerrado. In: SANO, S.; ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e Flora**. Embrapa Cerrados, Planaltina. 1988, p. 289-556.

MESSIAS, M. C. T. B.; LEITE, M. G. P.; MEIRA-NETO, J. A. A.; KOZOVITS, A. R. Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n.1, p. 230-242, 2012.

MEWS, H. A.; PINTO, J. R. R.; LENZA, E.; DOMINGOS, A. C. F. A cobertura de rochas é boa preditora da variação na riqueza de espécies e na estrutura da vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre? **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre, v.14, n. 3, p. 202-205, 2016.

MIRANDA, C. S., BATISTA, M. A., FARIA JUNIOR, J. E. Q., CARVALHO, P. S. & SANTOS, M. L. **Tipologia de frutos e síndromes de dispersão de uma comunidade de campo rupestre no Parque Estadual da Serra dos Pireneus, Goiás**. Goiânia: UEG. 2005. <http://www.prp2.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/en/mentos/sic2005/arquivos/biologicas/tipologia_frutos.pdf. Acesso em: 28 de novembro, 2017.

MOCOCHINSKI, A. Y.; SCHEER, M. B. Campos de altitude na Serra do Mar paranaense: Aspectos florísticos. **Flora**, v. 38, p. 625-640, 2008.

MOREIRA, C. R.; ROCHA, H. R. Unidades de conservação nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 201-212.

MORELLATO, L.P.C., TALORA, D.C., TAKAHASI, A., BENCKE, C.C., ROMERA, E.C. & ZIPPARRO, V.B. Phenology of Atlantic Rain Forest trees: a comparative study. **Biotropica**, v. 32, p. 811-823, 2000.

MORELLATO, L. P. C.; CAMARGO, M.G.G.; D'EÇA NEVES, F.F.; LUIZE, B.G.; MANTOVANI, A.; HUDSON, I.L. The influence of sampling method, sample size, and frequency of observations on plant phenological patterns and interpretation in tropical forest trees. In: Hudson, I.L. & Keatley, M. (eds.) **Phenological research: methods for environmental and climate change analysis**, 2010. p. 99-121. Dordrecht, Springer.

MORO, R. S.; CARMO, M. R. B. A vegetação campestre nos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 93-98.

MORO, R. S.; SOUZA-NOGUEIRA, M. K. F.; MILAN, E.; MIODUSKI, J.; PEREIRA, T. K.; MORO, R. F. Grassland Vegetation of Pitangui River Valley, Southern Brazil. **International Journal of Ecosystem**, v. 2, p. 161-170, 2012.

MOTA, G. S.; LUZ, G. R.; MOTA, M. N.; COUTINHO, E. S.; VELOSO, M. D. M.; FERNANDES, G. W.; NUNES, Y. R. F. Changes in species composition, vegetation structure, and life forms along an altitudinal gradient of rupestrian grasslands in south-eastern Brazil. **Flora**. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.03.010>

MOTA, S. L. L.; PEREIRA, I. M.; MACHADO, E. L. M.; OLIVEIRA, M. L. R.; BRUZINGA, J. S.; FARNEZI, M. M. M.; MEIRA JUNIOR, M. S. Influência dos afloramentos rochosos sobre a comunidade lenhosa no cerrado stricto sensu. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n.1, p. 8-18, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.009>

MOURA, I. O.; RIBEIRO, K. T.; TAKAHASI, A. Amostragem da vegetação em ambientes rochosos. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; MELO, M. M. R. F.; ANDRADE, L. A.; MEIRA-NETO, J. A. A. (Eds.). **Fitossociologia no Brasil, métodos e estudos de casos**. Viçosa: Ed. UVF. 2011, p. 255-294.

MOURA, I. O.; GOMES-KLEIN, V. L.; FELFILI, J. M.; FERREIRA, H. D. Fitossociologia da Comunidade Lenhosa de uma área de cerrado rupestre no Parque Estadual dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás. **Revista de Biologia Neotropical**, v. 4, p. 83-100, 2007.

MUCINA, L.; SCOTT-SHAW, C. R.; RUTHERFORD, M. C.; CAMP, K. G. T.; MATTHEWS, W. S.; POWRIE, L. W.; HOARE, D. B. Indian Ocean coastal belt. In: MUCINA, L., RUTHERFORD, M.C. (Eds.). **The Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland**. Pretoria: South African National Biodiversity Institute, 2006, p. 568-583.

MUCINA, L.; DANIEL, G. (Eds.). **Vegetation Mapping in the Northern Kimberley, Western Australia**. Curtin University, Perth, WA. 2013.

MUCINA, L. Vegetation of Brazilian campos rupestres on siliceous substrates and their global analogues. **Flora**, p. 1-13, 2017.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York. Wiley and Sons, 1974.

MUNHOZ, C.B.R.; FELFILI, J.M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo, Fazenda Água Limpa, Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n.4, p. 979-988, 2005.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J.M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma área de campo sujo no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, p. 671-685, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062006000300017>.

MUNHOZ, C. B. R.; FELFILI, J. M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, p. 905-913, 2008.

NEGREIROS, D.; STRADIC, S. L.; FERNANDES, G.W.; RENNÓ, H. C. CSR analysis of plant functional type sin highly diverse tropical grasslands of harsh environments. **Plant Ecology**, v. 215, p. 379-388, 2014.

NEWSTRON, L.E.; FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G.; COLWELL, R. K. Diversity of long-term flowering patterns. In: MCDADE, L.A.; BAWA, K.S.; HESPENHEIDE, H.A.; HARTSHIRN, G.S. (Eds.). **La Selva: ecology and natural history of a neotropical rain forest**, 1994. p.142-160. Chicago University Press, Chicago.

ODINDI, J.; MUTANGA, O.; ROUGET, M.; HLANGUZA, N. Mapping alien and indigenous vegetation in the KwaZulu-Natal Sandstone Sourveld usingremotely sensed data. **Bothalia**, v. 46 n. 2, p. a2103, 2016.

OLEQUES, S.S.; OVERBECK, G.E.; AVIA JUNIOR, R.S. Flowering phenology and plant-pollinator interactions in a grassland community of Southern Brazil. **Flora**, v. 229, p. 141-146, 2017.

OLIVEIRA, P.E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**, 2008, p. 273-287. EMBRAPA, Planaltina, DF.

OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de cerrado e mata de galeria de Brasília- DF. **Revista Brasileira de Botânica**, v.15, n.2, p. 163-174, 1992.

OLIVEIRA, R. B. D.; GODOY, S. A. P. D. Composição Florística dos Afloramentos Rochosos do Morro Do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 37-47, 2007.

OLIVEIRA, A. K.; RESENDE, U. M.; SCHLEDER, E. J. D. Espécies vegetais e suas síndromes de dispersão em um remanescente de cerrado (sentido restrito) do município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Ambiência**, v. 10, n.2, p.565-580, 2014.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MARTINS, F. R. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p. 207-223, 1986.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; FLUMINHAN FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, v. 5, p. 51-64, 1999.

ORLÓCI, L. Conjectures and scenarios in recovery study. **Coenoses, (Trieste)**, v. 8, n. 3, p. 141-148, 1993.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná**. SEMA/GTZ, Curitiba. 1995.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Resolução SEMA 28, de 17 de agosto de 1998, **Programa de Substituição de Florestas Homogêneas com Espécies Exóticas localizadas às margens de rios e cursos d'água, por Florestas Heterogêneas com Espécies Nativas, apropriadas ao desempenho da função de preservação permanente**, 1998.

PARANÁ. Assembléia Legislativa do Estado do Paraná. Projeto de lei 527/2016, que altera os limites da Apa da Escarpa Devoniana. Autor: Plauto Miró Guimarães; Ademar Traiano. **Assembléia Legislativa do Estado do Paraná**. Curitiba, PR, 7 nov, 2016. Disponível em: http://portal.alep.pr.gov.br/modules/mod_legislativo_arquivo/mod_legislativo_arquivo.php?leiCod=66840&tipo=I. Acesso em 26 março 2018.

PEREIRA, A. F. S. **Florística, fitossociologia e relação solo-vegetação em campo rupestre ferruginoso do quadrilátero ferrífero, MG**. 2010. 97p. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2010.

PICHI-SERMOLLI, R. E. G. **Authors of scientific names in Pteridophyta**. Kew: Royal Botanic Gardens. 1996.

PIJL, V.D.L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3 ed. Springer Verlag, New York. 1982.

PILLAR, V. D. Análise e predição de fenômenos ecológicos em pastagens naturais. In: Reunião do grupo técnico em forrageiras do cone sul zona campos. Lages. **Anais...** Lages: Epagri/Udesc; 1998. p. 39-45.

PIRANI, J. R.; MELLO-SILVA, R.; GIULIETTI, A. M. Flora de Grão- Mogol, Minas Gerais. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, v. 21, p. 1-24, 2003.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT. **Acta Botânica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1096-1109, 2009.

PRANCE, G. T. Islands in Amazônia. Philosophical transactions of the Royal Society of London series B. **Biological Sciences**, v. 1341, n. 351, p. 823-833, 1996.

PODANI, J.; SCHMERA, D. A new conceptual and methodological framework for exploring and explaining pattern in presence - absence data. **Oikos**, v. 120, p. 1625-1638, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19451.x>

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 579-586, 2007.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. **Inselbergs**: biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Berlin, Ecological Studies. 2000. 146 p.

POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMULLER, R.; BARTHLOTT, W. Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. **Divers Distrib**, v. 4, p.107-119, 1998.

POOT, P.; HOPPER, S. D.; DIGGELEN, J. M. H. Exploring rock fissures: does a specialized root morphology explain endemism on granite outcrops? **Annals of Botany**, v. 110, p. 291-300, 2012.

QUEIROZ, L. P.; SENA, T. S. N.; COSTA, M. J. S. L. Flora Vascular da Serra da Jibóia, Santa Terezinha – Bahia.1: O campo rupestre. **Sitientibus**, Feira de Santana, v. 15, p. 27-40, 1996.

QUEIROZ, L. P. *Periandra* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB298>>. Acesso em: 26 ago. 2017.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. [s.l: s.n.]; 2017.

RAMIREZ, N. Reproductive phenology, life-forms and habitats of the Venezuelan Central Plain. **American Journal Botany**, v. 89, n. 5, p. 836-842, 2002.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. L.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. In: SILVA, L. M. C (Ed). **Megadiversidade**, v. 4, 2008, p.16-24.

RAUNKIAER, C. **The life forms of plants and statistical plant geography**. Oxford. Clarendon Press, 1934. 104 p.

REGINATO, M.; GOLDENBERG, R. Taxonomic notes on *Leandra* (Melastomataceae, Miconieae). **Hoehnea**, v. 39, n.2, p.201-206, 2012.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). **Cerrado: ambiente e flora**, EMBRAPA, Planaltina, 1998, p.89-166.

RITTER, M. R.; BAPTISTA, L. R. M. Levantamento florístico da família Asteraceae na "Casa de Pedra" e áreas adjacentes, Bagé, Rio Grande do Sul. **Iheringia: Série Botânica**, v.60, n.1, p.5-10, 2005.

RITTER, L. M. O. **Composição florística e aspectos físicos do Cerrado nos Campos Gerais, Paraná**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

RITTER, L. M. O.; RIBEIRO, M. C.; MORO, R. S. Composição florística e fitofisionomia de remanescentes disjuntos de Cerrado nos Campos Gerais, PR, Brasil - limite austral do bioma. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 3, p. 379-414, 2010.

RODERJAN, C. V. **Caracterização da vegetação dos Refúgios Vegetacionais Altomontanos (campos de altitude) nas serras dos órgãos e do Capivari no Estado do Paraná**. Curitiba: [s.n.], 1999. Relatório Técnico do CNPq.

ROMERO, R. Diversidade da flora dos campos rupestres de Goiás, sudoeste e sul de Minas Gerais. In: Araújo EL, Moura AN, Sampaio EVSB, Gestinari LMS & Carneiro JMT (Eds.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Imprensa Universitária, Recife. 2002. p. 81-86.

ROSA, M. C.; MORO, R. S. Convergências no padrão de distribuição de espécies vegetais campestres nos Campos Gerais (Província Biogeográfica Paranense). **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v. 10, n.1, p. 61-73, 2016. DOI: 10.5212/TerraPlural.v.10i1.0005

RUSSELL-SMITH, J.; RYAN, P. G.; CHEAL, D. Fire regimes and the conservation of sandstone heath in monsoonal northern Australia: frequency interval, patchiness. **Biological Conservation**, v. 104, p. 91-106, 2002.

RUTHERFORD, M. C.; MUCINA, L.; LÖTTER, M. C.; BREDENKAMP, G. J.; SMIT, J. H. L.; SCOTT-SHAW, C. R.; HOARE, D. B.; GOODMAN, P. S.; BEZUIDENHOUT, H.; SCOTT, L.; ELLIS, F.; POWRIE, L. W.; SIEBERT, F.; MOSTERT, T. H.; HENNING, B. J.; VENTER, C. E.; CAMP, K. G.T.; SIEBERT, S. J.; MATTHEWS, W. S.; BURROWS, J. E.; DOBSON, L.; VAN ROOYEN, N.; SCHMIDT, E.; WINTER, P. J. D.; DU PREEZ, P. J.; WARD, R. A.; WILLIAMSON, S.; HURTER, P. J. H. Savanna biome. In: MUCINA, L.; RUTHERFORD, M. C. (Eds.). **The Vegetation of South Africa, Lesotho and Swaziland**. Pretoria: South African National Biodiversity Institute, 2006, p. 438-539.

SÁ, M. F. M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007, p. 73-83.

SANTANA, C. S.; MACHADO, C. G. Fenologia de floração e polinização de espécies ornitófilas de bromeliáceas em uma área de campo rupestre da Chapada Diamantina, BA, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, n. 3, p. 469-477, 2010.

SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 561-568, 2007.

SECCO, R. S.; MESQUITA, A. L. Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte. I. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Nova Série Botânica**, v. 59, p. 1-13. 1983.

SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Considerações taxonômicas e ecológicas sobre a flora dos campos rupestres da serra dos Carajás. **Boletim Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza**, v. 23, p. 30-44, 1988.

SILVA, M. F. F. Análise Florística da Vegetação que Cresce sobre Canga Hematítica em Carajás-PA (Brasil). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Especial**, v. 7, n. 1, p. 79-108, 1991.

SILVA, A. S. L. A flora “rupestre” de Carajás – Fabaceae. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 9, n. p. 3-30, 1993.

SILVA, M. F. F.; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 26, n.1/2, p. 17-44, 1996.

SILVA, M. A.; NOGUEIRA, P. E. Avaliação fitossociológica do estrato arbustivo-herbáceo em cerrado *stricto sensu* após incêndio acidental, no Distrito Federal, Brasil. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 4, p. 65-78, 1999.

SILVA, P. A. H.; PASSOS, E. A Paisagem de Vila Velha, seu significado para a Teoria dos Refúgios Florestais e a evolução do Domínio Morfoclimático dos Planaltos das Araucárias. **RA'E GA**, n. 19, p. 155-164, 2010.

SILVA, A. R. **Florística, fitossociologia e fenologia de três fitofisionomias campestres no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná**. 2014. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2014.

SILVA, A. R.; ANDRADE, A. L. P.; VELAZCO, S. E.; GALVÃO, F.; CARMO, M. R. B. Florística e fitossociologia em três diferentes fitofisionomias campestres no Sul do Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 325-347, 2016.

SILVEIRA, F.; A. O.; NEGREIROS, D.; BARBOSA, N. P. U.; BUISSON, E.; CARMO, F. F.; CARSTENSEN, D. W.; CONCEIÇÃO, A. A.; CORNELISSEN, T. G.; ECHTERNACHT, L.; FERNANDES, G.W.; GARCIA, Q. S.; GUERRA, T. J.; JACOBI, C. M.; LEMOS-FILHO, J. P.; LE STRADIC, S.; MORELLATO, L. P. C.; NEVES, F. S.; OLIVEIRA, R. S.; SCHAEFER, C. E.; VIANA, P. L.; LAMBERS, H. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: aneglected conservation priority. **Plant Soil**, v. 403, p. 129-152, 2016.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2012. 768p.

STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHÃO, C.; MARTINS, S. V. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do Rio Pindaíba, MT. **Revista Árvore**, v. 33, n. 6, p.1051-1061, 2009.

TAKEDA, I. J. M.; MORO, R. S.; KACZMARECH, R. Análise florística de um enclave de cerrado no Parque do Guartelá, Tibagi, PR. **Publicatio**, Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 21-31, 1996.

TARDIVO, R. C.; CERVI, A. C. Bromeliads of the State Park of Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brazil. **Selbyana**, v. 22, n. 1, p. 68-74, 2001.

TALORA, D.C.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia de espécies arbóreas em floresta de planície litorânea do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, p. 13-26, 2000.

TANNUS, J. L. S.; ASSIS, M. A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo umido em área de Cerrado, Itirapina – SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, p. 489-506, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032006000300008>.

TANNUS, J.L.S., ASSIS, M.A.; MORELLATO, L.P.C. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo úmido numa área de Cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina - SP. **Biota Neotropica**, v.6, p. 1-27, 2006.

VAN WYK, A. E.; SMITH, G. F. **Regions of Floristic Endemism in Southern Africa: A Review with Emphasis on Succulents**. Umdaus Press, Pretoria. 2001.

VASCONCELOS, M. F. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 2, p. 241-246, 2011.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE. 1991.

VIANA, P. L.; FILGUEIRAS, T. S. Inventário e distribuição geográfica das gramíneas (Poaceae) na Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Megadiversidade**, v. 4, p. 71-88, 2008.

VIANA, P. L.; LOMBARDI, J. A. Florística e Caracterização dos Campos Rupestres Sobre Canga na Serra da Calçada, Minas Gerais, Brasil. 2007. **Rodriguésia**, v. 58, n. 1, p. 159-177, 2007.

VITTA, F. A. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In: ARAÚJO, E. L.; MOURA, A. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GESTINÁRI, L. M. S.; CARNEIRO, J. M. T (Eds.). **Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil**. Imprensa Universitária, Recife. 2002, p. 90-94.

WALLRAFF, H. G. Goal oriented and compass-oriented movements of displaced homing pigeons after confinement in differentially shielded aviaries. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 5, p. 201-225, 1979.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey. 1999.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. O processo de degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliotti* e *P. taeda*. **Floresta**. Curitiba, v. 32, n.1, p. 41-47, 2002.